



УДК 633.161: 631.8
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.15.2026.17>

ПОКАЗНИКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ЯЧМЕНЮ ЗВИЧАЙНОГО ЯРОГО ЗА ПРИПОСІВНОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ САПРОПЕЛЮ

Б. М. Макаrchук¹, Т. В. Герасько²

Україна посідає значне місце у світовому виробництві ячменю, експортуючи його до численних країн Африканського та Азійського континентів. З огляду на це, вдосконалення агротехнологій вирощування ячменю ярого є актуальним завданням як для наукової спільноти, так і для сільськогосподарських виробників. Локалізоване припосівне внесення органічних добрив, зокрема сапропелю, може сприяти не лише підвищенню показників продуктивності зернової культури, а й мати сприятливий вплив на екологічну ситуацію. Метою даної роботи було встановлення впливу припосівного рядкового внесення сапропелю в дозі 100 кг/га на показники продуктивності ячменю звичайного ярого за умов органічної системи землеробства у Лісостеповій зоні України. Упродовж трирічного експериментального періоду (2023–2025 рр.) припосівне внесення гранульованого сапропелю у дозі 100 кг/га сприяло підвищенню показника життєздатності рослин до фази збирання на 1–5 %, індексу продуктивного куцання – на 1–4 %, а також кількості зерен у колосі – на 2–3 %. Ці сприятливі тенденції корелювали зі зростанням біологічної урожайності ячменю ярого. У середньому за три роки досліджень, припосівне локальне внесення сапропелю зумовило підвищення біологічної врожайності ячменю ярого на 3–4 ц/га, що становить приріст від 7 до 11% відносно контрольного варіанту, де внесення сапропелю не здійснювалося. При цьому вплив внесення сапропелю на продуктивні характеристики ячменю ярого продемонстрував сортову специфічність: найбільший приріст врожаю після внесення сапропелю спостерігався для сорту Командор і становив 10–11%. Отримані нами результати узгоджуються з раніше задокументованими даними щодо сприятливого впливу сапропелевих субстанцій на культуру ячменю ярого (*Hordeum vulgare* L.). Ймовірно, цей позитивний ефект зумовлений присутністю у складі сапропелю гумінових сполук, які відомі своїм біостимулюючим впливом на рослинні організми. Крім того, локальне внесення сапропелю під час посіву може сприяти формуванню оптимального мікросередовища для розвитку симбіотичного мікробного угруповання у ґрунті. Наявні дані відкривають перспективи для подальших досліджень, а саме, з'ясування структури та таксономічного складу мікробних ценозів у ризосфері ячменю ярого, що формуються за умов припосівного внесення сапропелю.

Ключові слова: ячмінь ярий, сапропель, припосівне рядкове внесення добрив, органічна технологія вирощування.

¹ старший науковий співробітник
(Український інститут експертизи сортів рослин, м. Київ)
e-mail: bohdan.makarchuk@gmail.com
ORCID: 0009-0003-4957-8399

² кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри рослинництва та садівництва імені професора В.В. Калитки
(Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя)
e-mail: tetiana.herasko@tsatu.edu.ua
ORCID: 0000-0002-1331-4397

PRODUCTIVITY INDICATORS OF COMMON SPRING BARLEY WITH LOCAL APPLICATION OF SAPROPEL AT SOWING

B. M. Makarchuk, T. V. Gerasko

Ukraine occupies a significant place in the world production of barley, exporting it to numerous countries of the African and Asian continents. In view of this, improving agricultural technologies for growing spring barley is an urgent task for both the scientific community and agricultural producers.

Localized sowing application of organic fertilizers, in particular sapropele, can contribute not only to increasing the productivity of grain crops, but also have a beneficial effect on the ecological situation.

The aim of this work was to establish the impact of sowing row application of sapropele at a dose of 100 kg/ha on the productivity of common spring barley under the conditions of an organic farming system in the Forest-Steppe zone of Ukraine. During the three-year experimental period (2023–2025), the application of granulated sapropele at a dose of 100 kg/ha at sowing contributed to an increase in the plant viability index to the harvesting phase by 1–5%, the productive tillering index by 1–4%, and the number of grains in the ear by 2–3%. These favorable trends correlated with an increase in the biological yield of spring barley. On average, over three years of research, the local application of sapropele at sowing resulted in an increase in the biological yield of spring barley by 3–4 c/ha, which is an increase of 7 to 11% compared to the control variant, where sapropele was not applied. At the same time, the effect of sapropele application on the productive characteristics of spring barley demonstrated varietal specificity: the greatest yield increase after sapropele application was observed for the Komandor variety and amounted to 10–11%. Our results are consistent with previously documented data on the beneficial effect of sapropele substances on the culture of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). This positive effect is probably due to the presence of humic compounds in the composition of sapropele, which are known for their biostimulating effect on plant organisms. In addition, local application of sapropele during sowing can contribute to the formation of an optimal microenvironment for the development of a symbiotic microbial community in the soil. The available data open up prospects for further research, namely, elucidation of the structure and taxonomic composition of microbial coenoses in the rhizosphere of spring barley, which are formed under the conditions of the application of sapropele during sowing.

Key words: spring barley, sapropele, in-row fertilizer application during sowing, organic growing technology.

Вступ

Ячмінь ярий (*Hordeum vulgare* L.) традиційно посідає одне з ключових місць серед зернових культур у світовій сільськогосподарській практиці. Його значна поширеність зумовлена винятковою стійкістю до різноманітних стресових екологічних умов (Kaso & Guben, 2015). У теперішній час, як на глобальному рівні, так і в межах України, спостерігається загострення проблеми деградації ґрунтових ресурсів та нагальна потреба у відновленні їхньої продуктивної здатності (Hrytsiuk et al., 2020). Одним з ефективних підходів для підвищення родючості ґрунтів є впровадження органічних систем землеробства, що передбачає активне використання органічних добрив. Водночас, застосування органічних добрив у великих обсягах часто виявляється економічно не вигідним для аграрних підприємств. У зв'язку з цим, аспект економічного локального внесення мінімальних доз органічних добрив для вирощування ячменю ярого наразі потребує досліджень. Україна відіграє вагомую роль у світовому виробництві ячменю, експортуючи його до низки

держав Африканського та Азійського регіонів (Кирильчук та ін., 2023). Згідно з офіційними статистичними даними, у 2025 році загальна площа посівів ярого ячменю в межах України сягнула 781,4 тис. га, що зумовило збирання 2911,4 тис. т зерна із середньою врожайністю 3,73 т/га (за всіма категоріями господарств). Приміром, на території Київської області культивування ярого ячменю здійснювалося на 46,7 тис. га, звідки було отримано 212,8 тис. т зерна із врожайністю 4,55 т/га (Обсяг ..., 2025). З огляду на викладені факти, оптимізація методів вирощування ячменю ярого постає як першочергове завдання для українських науковців-аграріїв. Регенерація та збереження родючості ґрунтового покриву суттєво залежить від застосування органічних добрив. Натомість, актуальною є практика поверхневого внесення органічних добрив із подальшим глибоким обробітком ґрунту. Ефективні норми застосування при такому підході варіюються у діапазоні 3–20 т/га (Ali et al., 2025). Проте, переважна частина сільськогосподарських підприємств, орієнтованих на виробництво зернових культур,

позбавлена можливості власного продукування органічних добрив і вимушена вдаватися до їх закупівлі. Це нерідко провокує ситуацію, за якої приріст продуктивності з одиниці площі не завжди покриває економічні витрати на їхнє придбання. Відтак, в окреслених умовах доцільним та економічно виправданим заходом представляється локалізоване припосівне внесення біологічних добрив.

Сапропель представляє собою органічне добриво, що володіє значним агрономічним потенціалом для застосування в сільськогосподарському виробництві. Його потенційні сприятливі ефекти для рослин включають збільшення вмісту органічної матерії в ґрунті, активізацію мікробіологічної життєдіяльності та підвищення доступності мінеральних поживних елементів, що є наслідком синергетичної дії згаданих чинників (Grantina-Ievina et al., 2014). Подібно до інших органічних добрив, сапропелі здатні проявляти фітостимулюючий вплив на рослини завдяки присутності гормоноподібних сполук (Arthur et al., 2007). Таким чином, стимуляція ростових процесів рослин може бути зумовлена високою концентрацією гумінових речовин у складі сапропелів (Xu et al., 2012). Зокрема, прісноводний сапропель характеризується багатим вмістом органічних компонентів зі значною фізіологічною активністю, оскільки концентрації різноманітних вітамінів у ньому перевищують аналогічні показники в ґрунтах середньої родючості у 4–25 разів (Liužinas et al., 2005).

Проте, вплив сапропелю на показники продуктивності ячменю ярого у польових умовах за органічної технології досі не визначений. Окремий науковий інтерес являє собою застосування економічних малих доз сапропелю внесенням у рядки під час посіву.

Метою даної роботи є визначення впливу припосівного локального внесення сапропелю у дозі 100 кг/га на окремі показники продуктивності ячменю звичайного ярого в умовах органічної технології вирощування в Лісостепу України.

Матеріал і методи

Польові дослідження проводилися упродовж 2023–2025 років у Київській спеціалізованій філії Українського інституту експертизи сортів рослин (Україна, Київська область, Білоцерківський район). Ґрунт на дослідній ділянці – чорнозем типовий малогумусний. Його щільність (визначена за методом Йовенка) становила 1,18 г/см³;

вміст гумусу (відповідно до ДСТУ 4362:2004) складав 2,54%; кількість азоту, що легко гідролізується (ДСТУ 7863:2015), складала 109,2 мг/кг; концентрація рухомих сполук фосфору та калію (згідно з ДСТУ 4115-2002) становила 129,5 і 94,17 мг/кг відповідно. Агрохімічну та еколого-агрохімічну оцінку ґрунту було визначено на рівнях 62,54 і 56,29 бала. Методом для дослідної ділянки збиралися за допомогою польової метеостанції Meteotrek (Bitek, Україна). Погодні умови впродовж вегетаційного періоду ярого ячменю у 2023–2025 роках були тепліші за середню багаторічну норму на 0,5–5,5 °С. У березні 2023 року спостерігалася посуха: кількість опадів складала лише 13 % від норми. Натомість у квітні 2023 року випало рясно опадів, на 34 % більше за середню норму, однак травень і червень виявилися сухими – в ці місяці опадів було відповідно 30 % і 49 % від норми. Березень і квітень 2024 року відзначалися значними дощами – кількість опадів перевищила норму на 47 % та 49 % відповідно. Проте травень, червень та липень 2024 року стали посушливими: кількість опадів дорівнювала лише 17 %, 69 % та 7 % від норми відповідно. У березні й квітні 2025 року також спостерігалася нестача опадів – їх було лише 47 % від норми. Однак травень того ж року був сприятливим для зволоження: кількість опадів перевищила середню багаторічну норму на 46 %. Разом з тим у червні 2025 року знову настала посуха – рівень опадів становив лише 45 % від багаторічної норми, що повторювало умови двох попередніх років.

Умови вирощування та агротехніка в дослідних та контрольному варіантах були однаковими: ячмінь ярий звичайний вирощували за органічною технологією, без використання хімічних засобів захисту рослин і синтетичних мінеральних добрив. Попередником ярого ячменю в експерименті виступала конюшина лучна (*Trifolium pratense*), яку протягом її вегетації скошували двічі, після чого заорювали на глибину 20–22 см.

Рослинним матеріалом слугували сорти ячменю звичайного ярого Командор (Komandor), КВС Кріссі (KWS Chrissie) і Абсолют (Absolut).

Для припосівного внесення застосовували Сапропель гранульований SaproLife виробництва Кліома Сервіс™ – натуральне органічне добриво з озерного мулу, що містить гумінові кислоти, мікро- та мезоеlementи.

Сапропель у нормі 100 кг/га вносили у ґрунт сівалкою при посіві ячменю ярого відповідно до схеми досліду:

Контроль	Сапропель
Без внесення сапропелю	Припосівне внесення у ґрунт у нормі 100 кг/га

Кількість повторень – 3, загальна площа дослідної ділянки 120 м², облікова площа 80 м². Ширина захисних смуг 2 м. Розташування варіантів систематичне.

Густоту стояння рослин оцінювали двічі: після повних сходів і шляхом лабораторного аналізу снопових зразків, відібраних з ідентичних ділянок безпосередньо перед збиранням урожаю.

Рівень збереження рослин до фази збирання (%), число продуктивних стебел на одиницю площі (шт./м²) на момент збирання, коефіцієнт продуктивного куціння, кількість зерен у колосі (шт.), маса тисячі зерен (г), а також біологічна врожайність (т/га) визначалися за результатами лабораторного аналізу снопових зразків (Методика ..., 2016).

Статистичний аналіз отриманих результатів здійснювали методом дисперсійного аналізу із застосуванням програмного забезпечення MS Excel (Редмонд, Вашингтон, США). Різниця між середніми значеннями тестованих варіантів вважалася значущими, коли вони дорівнювали або перевищували розраховану межу найменш значущої різниці НІР_{0,5} (Основи ..., 2005).

Результати та їх обговорення

З даних, представлених у табл. 1, видно, що у 2023 році припосівне локальне вне-

сення сапропелю сприяло збільшенню показнику виживаності рослин до збирання на 1–5 %, продуктивної куцистості – на 1–4 %, числа зерен у колосі – на 2–3 %. Такі позитивні тенденції призвели до збільшення біологічного врожаю ячменю звичайного ярого на 6–11 %, у залежності від реакції сорту. Так, наприклад, по сорту Командор біологічна врожайність за дії припосівного локального внесення сапропелю збільшилася у 2023 році на 11 %, порівняно з контрольним варіантом (без внесення сапропелю). По сортам КВС Кріссі і Абсолют ефект від внесення сапропелю був дещо меншим – біологічна врожайність збільшилася, відповідно, на 10 і 6 %.

Через екстремально посушливі умови 2023 року врожайність ячменю ярого була суттєво зменшена. Це пов'язано з фізіологічною відповіддю рослин на умови посухи. Як повідомляють наукові джерела, стресова ситуація, пов'язана з посухою, призводить до закриття продихів зі зниженням обміну вуглекислого газу шляхом зменшення швидкості фотосинтезу, що зрештою зменшує загальну біомасу рослин (Wahid et al., 2007).

Другий рік досліджень (2024) був більш сприятливим за кількістю опадів у березні і квітні, тому рослини мали кращі показники продуктивності у цей рік (на 47–62 %). Припосівне локальне внесення сапропелю у дозі 100 кг/га мало позитивний вплив на такі показники продуктивності ячменю ярого, як виживаність рослин до збирання, продуктивна куцистість, кількість зерен у колосі і маса 1000 зерен (табл. 2).

Таблиця 1

Показники продуктивності ячменю ярого за припосівного локального внесення сапропелю, 2023 рік

Варіант	Польова схожість, %	Вживаність рослин до збирання, %	Кількість продуктивних стебел (шт./м ²) перед збиранням	Продуктивна куцистість	Число зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Біологічний урожай, т/га
Сорт Командор							
Контроль	92,0	86,4	305	0,96	19,3	46,0	2,7
Сапропель	92,4	91,1	327	0,97	19,8	46,0	3,0
Сорт КВС Кріссі							
Контроль	93,3	97,2	363	1,00	18,5	46,0	3,1
Сапропель	94,0	98,1	376	1,02	19,0	47,0	3,4
Сорт Абсолют							
Контроль	95,0	97,7	379	1,02	19,7	48,0	3,6
Сапропель	95,1	98,3	396	1,06	20,1	48,0	3,8
НІР _{0,5}	7,98	7,54	35,9	0,12	1,65	3,96	0,29

Збільшення цих показників за дії припосівного внесення сапропелю було статистично неістотним (на 1–5 %), але сумарна дія таких ефектів призвела до збільшення біологічного врожаю на 7–11 %.

У 2025 році показники продуктивності ячменю ярого були меншими за попередній (2024) рік на 11–15 % (табл. 3).

Проте позитивні тенденції збільшення виживаності рослин до збирання, продуктивної куцистості і кількості зерен у колосі за дії припосівного внесення сапропелю збереглися. Так, виживаність рослин до збирання збільшувалася на 1–5 %, продуктивна куцистість і число зерен у колосі – відповідно, на 1–3 і 1–2 %.

Біологічний урожай ячменю звичайного ярого у 2025 році за дії припосівного локального внесення сапропелю збільшувався на 2–10 %, порівняно з контрольним варіантом (без внесення сапропелю).

За середньою врожайністю ячменю ярого за три роки досліджень (табл. 4) можна судити про сортові відмінності рослин.

Так, сорт Командор мав меншу врожайність (порівняно з сортами КВС Кріссі і Абсолют, відповідно, на 8 і 24 % у контрольному варіанті і на 5 і 20 % за припосівного локального внесення сапропелю), а прибавка врожаю від припосівного внесення сапропелю була по цьому сорту найбільшою у досліді. У середньому за три роки

Таблиця 2

Показники продуктивності ячменю ярого за припосівного локального внесення сапропелю, 2024 рік

Варіант	Польова схожість, %	Виживаність рослин до збирання, %	Кількість продуктивних стебел (шт./м ²) перед збиранням	Продуктивна куцистість	Число зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Біологічний урожай, т/га
Сорт Командор							
Контроль	94,1	88,1	468	1,41	20,3	46,5	4,4
Сапропель	95,0	92,8	501	1,42	20,8	47,0	4,9
Сорт КВС Кріссі							
Контроль	95,0	98,9	545	1,45	19,5	45,0	4,8
Сапропель	96,1	99,8	564	1,47	20,0	46,0	5,2
Сорт Абсолют							
Контроль	97,0	99,4	567	1,47	20,7	46,0	5,4
Сапропель	97,2	99,8	586	1,51	21,1	47,0	5,8
НІР _{0,5}	8,02	8,75	42,9	0,15	1,77	3,98	0,35

Таблиця 3

Показники продуктивності ярого за припосівного локального внесення сапропелю, 2025 рік

Варіант	Польова схожість, %	Виживаність рослин до збирання, %	Кількість продуктивних стебел (шт./м ²) перед збиранням	Продуктивна куцистість	Число зерен в колосі, шт.	Маса 1000 зерен, г	Біологічний урожай, т/га
Сорт Командор							
Контроль	93,2	87,7	396	1,21	20,3	48,1	3,9
Сапропель	93,6	92,4	422	1,22	20,8	48,5	4,3
Сорт КВС Кріссі							
Контроль	94,5	98,5	465	1,25	19,5	46,0	4,2
Сапропель	95,3	99,4	481	1,27	19,6	46,0	4,3
Сорт Абсолют							
Контроль	96,2	99,0	484	1,27	20,7	47,8	4,8
Сапропель	96,3	99,6	503	1,31	21,1	48,1	5,1
НІР _{0,5}	8,11	8,64	38,5	0,14	1,91	3,56	0,39

Таблиця 4

Середня врожайність ячменю звичайного ярого за 2023-2025 роки

Сорт	Варіант	Середня врожайність за 2023-2025 роки	Прибавка до контролю	
			ц/га	%
Командор	Контроль	37	-	-
	Сапропель	41	4	11
КВС Кріссі	Контроль	40	-	-
	Сапропель	43	3	8
Абсолют	Контроль	46	-	-
	Сапропель	49	3	7
НІР _{0,5}		2,5	0,2	0,6

досліджень за припосівного локального внесення гранульованого сапропелю біологічна урожайність ячменю ярого збільшилася на 3–4 ц/га, що склало прибавку врожаю від 7 до 11%, порівняно з контрольним варіантом, де сапропель не вносився.

Попри несприятливі погодні умови 2023 року, ячмінь ярий досліджуваних сортів мав не найгіршу урожайність для зони вирощування. Навіть контрольний варіант (без внесення сапропелю) показав урожай на рівні 2,7–3,6 т/га. Ми відносимо це на рахунок використання конюшини лучної, як попередника для ячменю ярого. Згідно з даними М. Лінге та ін. (Lynge et al., 2022), конюшина лучна, використана як сидерат, дозволяє отримати близько 500 кг/га азоту. В умовах України конюшина лучна, завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, здатна залишати у ґрунті до 194 кг/га азоту (Козак і Панахид, 2023). Але велика частина цього азоту може бути втрачена через випаровування NH₃, якщо не заробити рештки конюшини у ґрунт. Анаеробне розкладання органічної речовини може підвищити доступність азоту з вихідної сировини (Reimer et al., 2025). Задля запобігання деґуміфікації, повітряної і водної ерозії ґрунтів у органічному землеробстві рекомендується відмова від оранки і заміна її поверхневим обробітком ґрунту (Стандарти). Проте, задля збереження азоту у ґрунті, після дискування конюшини ми проводили оранку на 20–22 см (щоб забезпечити анаеробне розкладання залишків конюшини). Для контролю бур'янів посіви двічі боронували штригельною бороною БП-7 Октавія – у фазі 2–3 листків (ВВСН 12–13) і у фазі кущення (ВВСН 22–23). Покращенню продуктивності ячменю ярого сприяв також біологічний захист від шкідливих організмів і підживлення. Упродовж вегетації проводили 3 обприскування посівів (у фазу кушіння (ВВСН 24–25), у фазі виходу

в трубку (ВВСН 33–34) і у фазу наливу зерна (ВВСН 71–73), поєднуючи підживлення із біозахистом від хвороб і шкідників. Підживлення – рідким добривом Квантум-СіАмін. Добриво Квантум-СіАмін є сертифікованими органічними продуктами, рекомендованим для використання у органічному землеробстві (Перелік ..., 2024). Добриво Квантум-СіАмін – це Комплексне добриво на основі екстракту морських водоростей, збагачене важливими елементами живлення. Підживлення суміщали з обробкою рослин біофунгіцидом і біоінсектицидом (Споромакс™В і Бацитоксин). Споромакс™В і Бацитоксин (виробництва «Імекс Агро») є сертифікованими органічними продуктами, рекомендованим для використання у органічному землеробстві (Перелік ..., 2024). Споромакс™В – біологічний фунгіцид широкого спектру дії, що містить живі спори бактерій *Bacillus subtilis*. Бацитоксин – біологічний інсектицид на основі бактерій *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*. Усі зазначені заходи догляду за посівами ячменю ярого, безумовно, мали сприяти отриманню доброго врожаю.

Наші дослідження підтверджують позитивний вплив сапропелю на рослини ячменю звичайного ярого, описаний іншими науковцями (Klepeckas & Januškaitienė, 2016; Nsengumuremyi et al., 2019; Nazarova et al., 2021). Причиною такого позитивного впливу вбачається наявність у сапропелі гумінових речовин (Stankevica et al., 2019; Jarukas et al., 2021), які, як відомо, мають рістстимулюючий ефект на рослини. До того ж, припосівне локальне внесення сапропелю створює сприятливе середовище для розвитку симбіотичної до рослин ячменю мікрофлори ґрунту (Murunga et al., 2020). Розвиток симбіотичної мікрофлори у ризосфері рослин ячменю ярого, вірогідно, сприяв придушенню патогенної мікрофлори, що позитивно відбилося на показнику виживаності

рослин до збирання, продуктивної кущистості і числа зерен у колосі.

Проте, вплив сапропелю на ріст і розвиток рослин остаточно не з'ясований, результати досліджень залишають ще багато питань. Комплексне фізіологічне дослідження щодо впливу різних концентрацій і доз сапропелю на проростання, фотосинтез і ростові параметри рослин було проведено у контрольованих умовах Grantina-Ievina із співробітниками (Grantina-Ievina et al., 2014): насіння буряка звичайного (*Beta vulgaris* L.), ріпи шведської (*Brassica napus var. napobrassica* L.), моркви (*Daucus carota* L.) та помідорів (*Lycopersicon esculentum* L.) пророщували на водних екстрактах сапропелю з концентрацією від 0 до 50%; насіння озимого жита (*Secale cereale* L.) і салату (*Lactuca sativa* L.) вирощували на кварцевому піску (чистому або з додаванням оптимальної кількості поживних елементів) із додаванням сапропелю (10, 20 і 40 % об'ємних). Зразки прісноводного сапропелю, а також субстрат BioDeposit Agro, що містить сапропель, мали високу біологічну активність щодо стимуляції росту розсади овочевих культур. Вплив сапропелю на ріст рослин у горщиківих дослідах був видоспецифічним, оскільки заміна субстрату на оптимальному рівні мінерального забезпечення призвела до значного збільшення накопичення сухої речовини лише у рослин салату, але не у рослин озимого жита. Зразки сапропелю містили відносно високий рівень аеробних гетеротрофних бактерій, високий рівень дріжджів та змінний рівень нитчастих грибів

з низьким різноманіттям. Рістстимулююча активність негативно корелювала з кількістю як дріжджів, так і грибів. Кореляції між кількістю бактерій та рістстимулюючою активністю не було виявлено.

Таким чином, вплив сапропелю на показники продуктивності рослин є видоспецифічним і, як показує наше представлене тут дослідження, сортоспецифічним. Вбачається, що це пов'язано зі складними і неоднозначними процесами у мікробіомі ризосфери рослин. Одним із завдань наших подальших досліджень має стати вивчення зміни складу мікробного біоценозу ризосфери ячменю ярого за дії сапропелю.

Висновки

За умов органічної технології вирощування ячменю ярого у Лісостепу України упродовж трьох років досліджень (2023–2025 рр.) припосівне локальне внесення гранульованого сапропелю у дозі 100 кг/га сприяло збільшенню виживаності рослин до фази збирання на 1–5 %, продуктивної кущистості – на 1–4 %, а також кількості зерен у колосі – на 2–3 %.

У середньому за трирічний період досліджень, біологічна урожайність ячменю ярого за дії припосівного внесення сапропелю збільшилася на 3–4 ц/га (залежно від сортових особливостей), що становить приріст від 7 до 11% відносно контрольного варіанту (без внесення сапропелю).

Найбільш позитивний відгук на припосівне внесення сапропелю показав сорт Командор, приріст врожаю якого становив 10–11% упродовж усіх трьох років досліджень.

Список використаної літератури

Кирильчук А. М., Щербиніна Н. П., Чухлеб С. Л. Ячмінь – стан та шляхи збільшення виробництва зерна. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 131. С. 90–103. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.11>

Козак Н., Панахид Г. Комбіноване використання конюшини лучної в короткоротаційній сівозміні. *Матеріали XV Міжнародної наукової конференції «Корми і кормовий білок» (19-20 вересня 2023 року)*. Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН. Вінниця. 2023. С. 86–89. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo2023conf>

Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. [Електронний ресурс]. URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.pdf> (дата звернення 04.12.2025).

Обсяг виробництва, урожайність та зібрана площа сільськогосподарських культур за їх видами по регіонах. [Електронний ресурс]. URL: <https://stat.gov.ua/uk/releases/ploshchi-valovi-zbory-ta-urozhaynist-silskohospodarskykh-kultur> (дата звернення 04.12.2025).

Основи наукових досліджень в агрономії / В.О. Єщенко, П.Г.Копитко, В.П. Опришко, П.В. Костогриз; За ред .В.О. Єщенка. Київ : Дія, 2005. 288 с.

Перелік допоміжних продуктів та методів, дозволених для використання в органічному виробництві 2024. Київ : ТОВ «Органік Стандарт», 2024. 150 с. [Електронний ресурс].

URL: https://organicstandard.ua/content/docs/catalogs/list_of_inputs_and_methods_ua.pdf (дата звернення 04.12.2025).

Стандарти. [Електронний ресурс]. URL: <https://organicstandard.ua/standards> (дата звернення 04.12.2025).

Ali M., Rahul F., Ali S. et al. Impact of organic amendments on soil structure, fertility and growth of plants. In: Kausar, R., Nisa, Z.U., Jamil, M. & Bashir, I. (eds). *Integrated Health and Sustainability: Plants, Wildlife, and Genetic Resilience*. Faisalabad : Unique Scientific Publishers. 2025. P. 183–189. <https://doi.org/10.47278/book.HH/2025.295>

Arthur G.D., Stirk W.A., Novák O., Hekera P., van Staden J. Occurrence of nutrients and plant hormones (cytokinins and IAA) in the water fern *Salvinia molesta* during growth and composting. *Environmental and Experimental Botany*. 2007. №61. P. 137–144. <http://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.002>

Grantina-Ievina L., Karlsons A., Andersone-Ozola U., Ievinsh G. Effect of freshwater sapropel on plants in respect to its growth-affecting activity and cultivable microorganism content. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2014. №101(4). P. 355–366. <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.045>

Hrytsiuk N., Plotnytska N., Tymoshchuk T., Dovbysh L., Bondareva L. Influence of the tillage on weediness of winter wheat crops in conditions of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*. 2020. 05 (90). P. 15–21. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21>.

Jarukas L., Ivanauskas L., Kasparaviciene G., Baranauskaite J., Marksa M., Bernatoniene, J. Determination of organic compounds, fulvic acid, humic acid, and humin in peat and sapropel alkaline extracts. *Molecules*. 2021. №26(10). 2995. <https://doi.org/10.3390/molecules26102995>

Kaso T., Guben G. Review of Barley Value Chain Management in Ethiopia. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 2015. №5(10). P. 84–97. [Електронний ресурс]. URL: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/22519/23177> (дата звернення 04.12.2025).

Klepeckas M., Januškaitienė I. Changes in *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare* chlorophyll content and fluorescence parameters under impact of various sapropel concentrations. *Biologija*. 2016. №62(4). P. 216–226. <https://doi.org/10.6001/biologija.v62i4.3409>

Liuzinas R., Jankevičius K., Šalkauskas M., Mikalajūnas M. 2005. Improvement of lake sapropel quality: a new method. *Geografijos metraštis*. 2005. №38. P. 44–51. [Електронний ресурс]. URL: https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2022/06/275_cd3745c8d557ffdbd1fd8c1950e00035.pdf (дата звернення 04.12.2025).

Lynge M., Lakkenborg Kristensen H., Grevsen K., Nygaard Sorensen J. Strategies for high nitrogen production and fertilizer value of plant-based fertilizers. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2022. 186 (1). P. 105–115. <https://doi.org/10.1002/jpln.202200031>

Murunga S.I., Wafula E.N., Sang J. The use of freshwater sapropel in agricultural production: A new frontier in Kenya. *Advances in Agriculture*. 2020. №1. 8895667. <https://doi.org/10.1155/2020/8895667>

Nazarova T.V., Dmitriyev P.S., Baryshnikov G.Y. Using the Extract of “Saprolin” for Enhancing Grain Crops. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. №670(1). 012002. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/670/1/012002>

Nsengumuremyi D., Adadi P., Ukolova M. V., Barakova N. V. Effects of ultradisperse humic sapropel suspension on microbial growth and fermentation parameters of barley distillate. *Fermentation*. 2019. №5(1). P. 24. <https://doi.org/10.3390/fermentation5010024>

Reimer M., Møller H.B., Sørensen P. Utilization of cattle slurry, biogas digestates and separated digestates by injection to organically managed spring barley. *European Journal of Agronomy*. 2025. №164. 127457. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127457>

Stankevica K., Vincevica-Gaile Z., Klavins M. Role of humic substances in agriculture and variability of their content in freshwater lake sapropel. *Agronomy Research*. 2019. №17(3). P. 850–861. <https://doi.org/10.15159/AR.19.094>

Wahid A., Gelani S., Ashraf M., Foolad M.R. Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and experimental botany*. 2007. №61(3). P. 199–223. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.011>

Xu D., Liu D., Tang Z., Yu G., Yuan J., Shen Q., Huang Q. Structure of chemical components in different compost extracts characterized by chromatogram and spectroscopy analysis and its influence on plant growth promotion. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. 2012. №14. P. 325–333. <http://doi.org/10.1007/s10163-012-0071-z>

References

- Kyrylchuk, A.M., Shcherbynina, N.P., & Chukhlieb, S.L. (2023). Yachmin–stantashliakhyzbilshennia vyrobnytstva zerna. [Barley – status and ways to increase grain production]. *Tavriŭskiyi naukovyi visnyk [Tavria Scientific Bulletin]*, 131, 90–103. <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.131.11> [in Ukrainian]
- Kozak, N., & Panahid, G. (2023). Kombinovane vykorystannia koniushyny luchnoi v korotkorotatsiini sivozmini. [Combined use of meadow clover in short-rotation crop rotation]. *Materialy XV Mizhnarodnoi naukovoi konferentsii «Kormy i kormovyi bilok» (19-20 veresnia 2023 roku)*. Instytut kormiv ta silskoho hospodarstva Podillia NAAN. Vinnytsia. [Proceedings of the XV International Scientific Conference «Feeds and Feed Protein» (September 19–20, 2023). Institute of Feed and Agriculture of Podillia NAAS. Vinnytsia], 86–89. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo2023conf> [in Ukrainian]
- Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini (2016). [Methodology for conducting a qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine]. [Electronic resource] URL: <https://sops.gov.ua/uploads/page/5b7e5c0ed8332.pdf> (access date 04.12.2025) [in Ukrainian]
- Obsiah vyrobnytstva, urozhainist ta zibrana ploshcha silskohospodarskykh kultur za yikh vydamy po rehionakh. [Production volume, yield and harvested area of agricultural crops by type by region]. [Electronic resource] URL: <https://stat.gov.ua/uk/releases/ploshchi-valovi-zbory-ta-urozhaynist-silskohospodarskykh-kultur> (access date 04.12.2025) [in Ukrainian]
- Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii (2005). [Fundamentals of scientific research in agronomy] / Yeshchenko V.O., Kopytko P.G., Opryshko V.P., Kostogryz P.V.; Edited by V.O. Yeshchenko. Kyiv: Diya. 288 p. [in Ukrainian]
- Perelik dopomizhnykh produktiv ta metodiv, dozvolenykh dlia vykorystannia v orhanichnomu vyrobnytstvi (2024). [List of auxiliary products and methods permitted for use in organic production] Kyiv: Organic Standard LLC, 150 p. [Electronic resource] URL: https://organicstandard.ua/content/docs/catalogs/list_of_inputs_and_methods_ua.pdf (access date 04.12.2025) [in Ukrainian]
- Standards. [Standards]. [Electronic resource] URL: <https://organicstandard.ua/standards> (access date 04.12.2025) [in Ukrainian]
- Ali, M., Rahul, F., Ali, S. et al. (2025). Impact of organic amendments on soil structure, fertility and growth of plants. In: Kausar, R., Nisa, Z.U., Jamil, M. & Bashir, I. (eds). *Integrated Health and Sustainability: Plants, Wildlife, and Genetic Resilience*. Faisalabad : Unique Scientific Publishers, 183–189. <https://doi.org/10.47278/book.HH/2025.295> [in English]
- Arthur, G. D., Stirk, W. A., Novák, O., Hekera, P., van Staden, J. (2007). Occurrence of nutrients and plant hormones (cytokinins and IAA) in the water fern *Salvinia molesta* during growth and composting. *Environmental and Experimental Botany*, 61, 137–144. <http://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.05.002> [in English]
- Grantina-Ievina, L., Karlsons, A., Andersone-Ozola, U., Ievinsh, G. (2014). Effect of freshwater sapropel on plants in respect to its growth-affecting activity and cultivable microorganism content. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101(4), 355–366. <https://doi.org/10.13080/z-a.2014.101.045> [in English]
- Hrytsiuk, N., Plotnytska, N., Tymoshchuk, T., Dovbysh, L., Bondareva, L. (2020). Influence of the tillage on weediness of winter wheat crops in conditions of Ukrainian Polissia. *Scientific Horizons*, 05 (90), 15–21. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-90-5-15-21> [in English]
- Jarukas, L., Ivanauskas, L., Kasparaviciene, G., Baranauskaite, J., Marksa, M., Bernatoniene, J. (2021). Determination of organic compounds, fulvic acid, humic acid, and humin in peat and sapropel alkaline extracts. *Molecules*, 26(10), 2995. <https://doi.org/10.3390/molecules26102995> [in English]
- Kaso, T., & Guben, G. (2015). Review of Barley Value Chain Management in Ethiopia. *Journal of Biology. Agriculture and Health care*, 5(10), 84–97. [Electronic resource] URL: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/22519/23177> (access date 04.12.2025) [in English]
- Klepeckas, M., & Januškaitienė, I. (2016). Changes in *Triticum aestivum* and *Hordeum vulgare* chlorophyll content and fluorescence parameters under impact of various sapropel concentrations. *Biologija*, 62(4), 216–226. <https://doi.org/10.6001/biologija.v62i4.3409> [in English]
- Liuzinas, R., Jankevičius, K., Šalkauskas, M., Mikalajūnas, M. (2005). Improvement of lake sapropel quality: a new method. *Geografijos metraštis*, 38, 44–51. [Electronic resource] URL:

https://gamtostyrimai.lt/wp-content/uploads/2022/06/275_cd3745c8d557ffdbd1fd8c1950e00035.pdf (access date 04.12.2025) [in English]

Lyngé, M., Lakkenborg Kristensen, H., Grevsen, K., & Nygaard Sorensen, J. (2022). Strategies for high nitrogen production and fertilizer value of plant-based fertilizers. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 186 (1), 105–115. <https://doi.org/10.1002/jpln.202200031> [in English]

Murunga, S.I., Wafula, E.N., & Sang, J. (2020). The use of freshwater sapropel in agricultural production: A new frontier in Kenya. *Advances in Agriculture*, 1, 8895667. <https://doi.org/10.1155/2020/8895667> [in English]

Nazarova, T.V., Dmitriyev, P.S., & Baryshnikov, G.Y. (2021). Using the Extract of “Saprolin” for Enhancing Grain Crops. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 670(1), 012002. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/670/1/012002> [in English]

Nsengumuremyi, D., Adadi, P., Ukolova, M.V., & Barakova, N.V. (2019). Effects of ultradisperse humic sapropel suspension on microbial growth and fermentation parameters of barley distillate. *Fermentation*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.3390/fermentation5010024> [in English]

Reimer, M., Møller, H.B., & Sørensen, P. (2025). Utilization of cattle slurry, biogas digestates and separated digestates by injection to organically managed spring barley. *European Journal of Agronomy*, 164, 127457. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127457> [in English]

Stankevica, K., Vincevica-Gaile, Z., & Klavins, M. (2019). Role of humic substances in agriculture and variability of their content in freshwater lake sapropel. *Agronomy Research*, 17(3), 850–861. <https://doi.org/10.15159/AR.19.094> [in English]

Wahid, A., Gelani, S., Ashraf, M., & Foolad, M.R. (2007). Heat tolerance in plants: an overview. *Environmental and experimental botany*, 61(3), 199–223. <https://doi.org/10.1016/j.envexbot.2007.05.011> [in English]

Xu, D., Liu, D., Tang, Z., Yu, G., Yuan, J., Shen, Q., & Huang, Q. (2012). Structure of chemical components in different compost extracts characterized by chromatogram and spectroscopy analysis and its influence on plant growth promotion. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 14, 325–333. <http://doi.org/10.1007/s10163-012-0071-z> [in English]

Дата першого надходження статті до видання: 23.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 04.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 31.03.2026

Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0)

