УДК 633. 14:631. 53.048]:631.559

ВПЛИВ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЧОРНОГО ВІВСА (AVENA STRIGOSA) В УМОВАХ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

І. Мазурак, к. с.-г. н.
ORCID ID: 0009-0006-2838-5282
Львівський національний університет природокористування

https://doi.org/10.31734/agronomy2025.29.080

Мазурак І. Вплив мінерального живлення на врожайність чорного вівса (Avena strigosa) в умовах Західної України

У статті представлено результати польових досліджень на темно-сірому опідзоленому ґрунті з формування врожайності зерна чорного вівса залежно від норм добрив в умовах західного Лісостепу України. Досліджували вплив чотирьох варіантів добрив: $N_{60}P_{20}K_{40}$ (контроль), $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21}$, $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$, $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + мікродобрива (1,5 л/га) на врожайність вівса.

Мінеральне живлення у контрольному варіанті ($N_{60}P_{20}K_{40}$) забезпечило найвищу схожість насіння – 83,7 %. Додавання сірки та магнію поступово знижувало цей показник до 80,6–80,7 %. Виявлено, що виживаність рослин вівса зростала із розширенням спектра мінерального живлення: від 88,6 % у контролі до 91,0 % за умов комплексного внесення сірки, магнію та мікродобрив. Найвищу густоту рослин перед збиранням (436 шт./м²) забезпечило внесення повного комплексу добрив.

Доведено, що внесення мінеральних добрив позитивно впливає на врожайність чорного вівса сорту Чорний принц. У контрольному варіанті врожайність вівса становила 4,90 т/га. У другому варіанті додали ще сірку ($N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21}$). Унаслідок цього врожайність зросла на 4 % порівняно з контролем, досягнувши рівня 5,10 т/га. У третьому варіанті, крім сірки, додатково внесли магній ($N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$), це забезпечило ще 4 % приросту (5,32 т/га) врожайності порівняно з попереднім варіантом, що на 0,42 т/га більше, ніж у контрольному варіанті.

Зазначено, що мікродобрива ($N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + мікродобрива (1,5 л/га), внесені у четвертому варіанті у фазі кущіння, сприяли покращанню засвоєння макроелементів, підвищили стійкість рослин до стресових факторів і покращили якість формування зерна. Це, у свою чергу, забезпечило додаткове 3 % збільшення врожайності порівняно з попереднім варіантом. Отже, врожайність у такому разі становила 5,51 т/га, що перевищувало контрольний рівень на 0,61 т/га.

Ключові слова: овес, добрива, польова схожість, виживання, врожайність.

Mazurak I. Influence of mineral nutrition on the yield of black oats (Avena strigosa) in the conditions of Western Ukraine

The article presents the findings from field studies conducted on dark gray podzolized soil regarding the yield of black oat grain, specifically focusing on how fertilizer rates affect production in the Western Forest-Steppe region of Ukraine. Four fertilizer treatments were examined: $N_{60}P_{20}K_{40}$ (coontrol), $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21}$, $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$, $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + microfertilizers (1.5 l/ha).

In the control variant with $N_{60}P_{20}K_{40}$ the mineral nutrition provided the highest seed germination rate at 83.7%. However, adding sulfur and magnesium resulted in a slight decrease in germination, with rates dropping to 80.6% and 80.7%, respectively. Interestingly, the survival rate of oat plants improved with the inclusion of a broader range of mineral nutrients, increasing from 88.6% in the control to 91.0% when sulfur, magnesium, and microfertilizers were applied. The application of the complete fertilizer package also resulted in the highest plant density before harvesting, averaging 436 plants per square meter.

The research demonstrated that mineral fertilizers positively influence the yield of black oats, specifically the Black Prince variety. In the control variant, the oat yield was 4.90 tons per hectare. When sulfur was added (($N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21}$), the yield increased by 4% to 5.10 tons per hectare. The introduction of magnesium in the third variant ($N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$) resulted in another 4% increase, bringing the yield to 5.32 tons per hectare, which is 0.42 tons per hectare higher than the control.

In the fourth variant, where microfertilizers were applied during the tillering phase ($N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + microfertilizers at 1.5 l/ha), there was a notable enhancement in the absorption of macronutrients, improved plant resilience to stressors, and better grain quality. This change contributed to an additional 3% increase in yield compared to the previous variant, resulting in a total yield of 5.51 tons per hectare, which exceeds the control level by 0.61 tons per hectare.

Keywords: oats, fertilizers, field germination, survival, yield.

Постановка проблеми. Чорний овес – одна з найперспективніших і маловивчених культур, що викликає дедалі більший інтерес серед дослідників та агрономів завдяки своїм унікальним властивостям і потенціалу для використання в харчовій, фармацевтичній та кормовій промисловості. Ця культура високостійка до стресових факторів, як-от посуха, холод і хвороби, що робить її особливо привабливою для вирощування в умовах змінного клімату.

Незважаючи на це, технології вирощування чорного вівса, його агрономічні особливості та ефективність в умовах сучасного сільського господарства залишаються недостатньо дослідженими. Враховуючи обмежену кількість доступних сортів чорного вівса та відсутність ґрунтовних рекомендацій щодо оптимальних умов вирощування, доцільно визначити оптимальні агротехнічні заходи для забезпечення високої врожайності та якості зерна.

Отож, проблема формування стабільних і високопродуктивних посівів чорного вівса актуальна для аграрної науки та практики. Важливим завданням є вивчення впливу кліматичних умов, якості насіння, норм висіву, системи удобрення та особливостей сівби на ріст і розвиток цієї культури. Це дозволить розробити науково обґрунтовані рекомендації для аграріїв, сприяючи збільшенню врожайності та покращанню якості зерна чорного вівса в умовах різних кліматичних зон. Окрім того, важливим аспектом є вивчення поживних і лікувальних властивостей чорного вівса, що відкриває нові перспективи для його використання у медичних та дієтичних цілях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Овес чорний (*Avena strigosa Schreb.*) належить до диплоїдної підгрупи культурних однорічних видів роду Avena, з розкритою і пухкою волоттю. Відрізняється від інших культурних видів цього роду тонким, високим стеблом і зовнішніми лусками, які закінчуються двома тонкими остюковими виростами [6].

Чорний овес – одна з найдавніших злакових культур, яку використовує людина, також відомий як овес щетинястий, є менш поширеним видом вівса, який використовується переважно як кормова культура, покривна рослина та зелене добриво.

Центром походження чорного вівса вважається Піренейський півострів, звідки він поширився в Західну і Центральну Європу і посів низку екологічних ніш на території аж до рівнин Афганістану. Спочатку цей вид був бур'яном в інших зернових культурах, але з бронзового віку його культивували та використовували в харчуванні людей або як корм для тварин. Згодом вирощування та використання скоротилося, тож наприкінці XX століття він опинився на межі зникнення в Європі [1]. Причиною цього стало впровадження більш продуктивних культурних форм A. sativa L. [5; 14; 15].

У Бразилії культура отримала широке поширення в системах органічного землеробства, де її застосовували як сидерат для підвищення родючості ґрунтів. Дослідження, проведені місцевими фахівцями, показали, що чорний овес значно покращує структуру ґрунту та сприяє підвищенню врожайності наступних культур у сівозміні [1].

Останніми роками в Європі докладаються зусилля для збереження генетичних ресурсів чорного вівса, а також відродження його виробництва [12]. Чорний овес відіграє важливу роль у сільському господарстві завдяки своїм унікальним властивостям. Одна з його головних переваг – здатність покращувати ґрунт. Завдяки добре розвиненій кореневій системі він сприяє зміцненню структури ґрунту, запобігає його ущільненню та зменшує ерозію. Крім того, корені чорного вівса покращують аерацію, що створює сприятливі умови для розвитку корисних мікроорганізмів [11].

Ще однією важливою функцією цієї культури є її використання як сидерату. Чорний овес часто висівають як зелене добриво, яке після закладення у ґрунт підвищує вміст органічної речовини та покращує його родючість. Це дозволяє природним шляхом збагачувати ґрунт поживними речовинами, зменшуючи потребу у штучних добривах. Також його використання у сівозмінах дозволяє зменшити втрати азоту та покращити водоутримувальну здатність ґрунту [8; 13].

Окрім агротехнічних переваг, чорний овес є цінною кормовою культурою. Його листя і зерно слугують поживним кормом для великої рогатої худоби, овець і коней. Висока кормова цінність робить його хорошим вибором для фермерів, які прагнуть забезпечити своїх тварин якісними кормами.

Ще одна важлива особливість чорного вівса – його здатність пригнічувати ріст бур'янів. Завдяки швидкому росту він утворює густий рослинний покрив, який не дає бур'янам розвиватися. Чорний овес має алелопатичні властивості, що допомагають контролювати поширення нематод та інших шкідників. Це робить його ефективним вибором у сівозмінах, де необхідно зменшити застосування хімічних препаратів і зробити агровиробництво більш екологічним [8].

За результатами численних досліджень, чорний овес характерний високою стійкістю до різних стресових факторів, таких як посуха, низькі температури та хвороби. Однак особливості його вирощування, а також агротехнічні заходи, що впливають на врожайність, залишаються маловивченими. Чорний овес має кращі адаптивні характеристики порівняно з іншими видами вівса, проте потребує специфічних умов для досягнення високих урожаїв, зокрема помірного внесення добрив і ретельного підбору сорту [2; 4].

У Південній Америці чорний овес культивують як покривну культуру або для виробництва зерна/насіння. Олія насіння чорного вівса має потенціал для використання в харчовій та косметичній промисловості завдяки своїй високій поживній цінності та біоактивним сполукам [7; 9].

В Україні, яка є одним із провідних виробників вівса, також тривають дослідження щодо агрономічного потенціалу чорного вівса. Попри його обмежене поширення, ця культура привертає увагу завдяки потенційно вищій урожайності порівняно з традиційними сортами. За спостереженнями вчених та аграріїв, в окремих регіонах, зокрема в Західному Лісостепу та на Поліссі, врожайність чорного вівса може бути вищою. Однак через відсутність узагальненої статистики необхідні подальші дослідження для уточнення впливу кліматичних чинників та сучасних технологій вирощування на продуктивність цієї культури.

Згідно з дослідженням Pereira et al. , урожайність чорного вівса в Європі значно варіюється залежно від країни. У країнах Центральної Європи, як-от Польща та Чехія, цей вид вівса поширеніший, і середні показники врожайності становлять близько 3,0–3,5 т/га. Водночас у Північній Америці та Канаді врожайність чорного вівса залишається обмеженою, зокрема через невелику площу посівів і відсутність відповідних технологій [10].

Дослідження в таких країнах, як Канада, Швеція, Фінляндія показують, що для досягнення оптимальних врожаїв необхідно правильно адаптувати технології вирощування до місцевих кліматичних умов. Крім того, науковці за кордоном наголошують на важливості розвитку сортів чорного вівса, які б мали підвищену стійкість до хвороб і могли б ефективно використовувати місцеві ресурси [3].

Постановка завдання. Наше завдання – вивчити вплив норм добрив на врожайність рослин чорного вівса сорту Чорний принц. Схема досліду передбачала такі варіанти удобрення: $N_{60}P_{20}K_{40}$ (контроль); $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21}$; $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$; $N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + мікродобрива (1,5 л/га). Досліди проводили у 2023–2024 роках на дослідному полі кафедри технологій у рослинництві Львівського національного університету природокористування на темно-сірих опідзолених ґрунтах.

У роки досліджень ґрунт дослідної ділянки належав до категорій, близьких до нейтральних. За цим стандартом вміст гумусу низький – 1,90–2,01. Уміст азоту (75–88 мг/кг ґрунту) вказує, що за ступенем забезпечення ґрунт належить до класу низьких. Водночас за вмістом рухомого фосфору (146–150 мг/кг ґрунту) і за вмістом калію (80,0–95,0 мг/кг ґрунту) ґрунт належав до середнього ступеня забезпечення. Ґрунтово-кліматичні умови західного Лісостепу сприятливі для отримання сталих урожаїв чорного вівса та виробництва високоякісного зерна.

Попередником була соя. Після збирання попередника провели оранку на глибину 25 см (МТЗ-82, ПН 3-35). Під оранку внесли фосфорні (суперфосфат), калійні (хлористий калій) та сірчані (Вігор, S_{90}) добрива.

Навесні провели передпосівну культивацію (КПС – 4) та внесли магнієві (сульфат магнію, $Mg_{26}S_{21}$) і азотні (аміачна селітра) добрива згідно зі схемами досліду. Сіяли 2 квітня на глибину 3–4 см із міжряддями 15 см у триразовій повторності. Норма висіву – 6,0 млн нас./га. Для позакореневого підживлення використовували мікродобрива YaraTera Kristalon 13–40–13 Жовтий, які внесли у фазі кущіння. Під час догляду за посівами використовували гербіцид Пріма (6,25 г/л флорасулам + 452,5 г/л 2–етилгексиловий ефір 2,4–Д; 0,4 л/га), який внесли у фазі кущіння. Морфорегулятор Тардер (Етефон, 480 г/л; 0,5 л/га) застосували у фазі прапорцевого листка.

Для захисту від борошнистої роси, септоріозу, іржі та інших хвороб у період вегетації проводили обприскування фунгіцидом Маестро (пропіконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л; 0,4 л/га). Проти злакових мух, попелиць та інших шкідників використовували інсектицид шаман (хлорпірифос, 500 г/л; циперметрин, 50 г/л) у нормі 0,75 л/га.

Обробіток ґрунту і догляд за посівами проводили відповідно до прийнятих рекомендацій для західного Лісостепу України. Для статистичного аналізу використовували програму Statistica.

Виклад основного матеріалу. Дані, представлені в табл. 1, відображають вплив різних

варіантів удобрення на польову схожість вівса сорту «Чорний принц» у 2023–2024 роках. Контрольний варіант ($N_{60}P_{20}K_{40}$) продемонстрував найвищу середню схожість насіння – 83,7 %. Це свідчить про те, що збалансоване основне мінеральне живлення (азот, фосфор, калій) сприяє максимальній реалізації потенціалу схожості насіння.

Додавання сірки ($N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21}) знизило показник схожості до 82,2 %. Це може бути пов'язано з тим, що сірка активізує білковий обмін, що змінює початковий енергетичний баланс проростків.

Комплексне внесення магнію разом із сіркою ($N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21} + Mg_{26}) призвело до подальшого зниження схожості до 80,6 %. Магній – важливий елемент фотосинтетичних процесів, але на початкових етапах розвитку рослин він може конкурувати з іншими катіонами, впливаючи на проростання насіння.

Варіант із мікродобривами ($N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21} + Mg_{26} + мікродобрива) показав, що схожість залишилася на рівні попереднього варіанта – 80,7 %. Адже добрива вносили не за сходами, а у фазі кущіння.

Дані, наведені в табл. 2, показують залежність виживаності рослин вівса від різних варіантів мінерального живлення впродовж вегетаційного періоду. Контрольний варіант ($N_{60}P_{20}K_{40}$) забезпечив початкову густоту сходів 475 шт./м², а перед збиранням залишилося 421 шт./м², що відповідає виживаності 88,6 %.

Варіант із додаванням сірки ($N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21}) показав трохи вищу виживаність (88,9%), незважаючи на меншу кількість початкових рослин (459 шт./м²). Сірка підвищила стійкість рослин до стресових факторів.

Комбіноване внесення сірки та магнію ($N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21} + Mg_{26}) призвело до збільшення густоти сходів (480 шт./м²) та збереження більшої кількості рослин перед збиранням (429 шт./м²), забезпечивши виживаність 89,4 %. Магній сприяв енергообміну та зміцненню рослин.

Таблиця 1

Польова схожість вівса сорту Чорний принц залежно від добрив, %

Норма добрив, кг др./га	2023 р.	2024 р.	Середня польова схожість
$N_{60}P_{20}K_{40}$ (контроль)	83,3	84,0	83,7
$N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21}	81,8	82,5	82,2
$N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21} + Mg_{26}	80,3	80,8	80,6
$N_{60}P_{20}K_{40}$ + S_{21} + Mg_{26} + мікродобрива (1,5 л/га)	80,5	80,9	80,7

Рис. Посіви та насіння чорного вівса сорту Чорний Принц

Таблиця 2

Вплив добрив на виживаність рослин вівса сорту Чорний принц, %
(у середньому за 2023–2024 рр.)

Норма добрив, кг др./га	Кількість рослин у фазі сходів, шт./м^2	Кількість рослин перед збиранням, шт./м^2	Виживаність рослин за вегетаційний період, %
$N_{60}P_{20}K_{40}$ (контроль)	475	421	88,6
$N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21}$	459	408	88,9
$N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$	480	429	89,4
$N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + мікродобрива (1,5 л/га)	479	436	91,0

Таблиця 3

Врожайність вівса сорту Чорний принц залежно від норм добрив

Варіант досліду	2023	2024	Середня врожайність, т/га	Приріст, т/га
$N_{60}P_{20}K_{40}$ (контроль)	4,78	5,02	4,90	-
$N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21}$	4,98	5,22	5,10	0,20
$N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$	5,19	5,45	5,32	0,42
$N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + мікродобрива (1,5 л/га)	5,38	5,64	5,51	0,61
$НІР_{0,05}$ (т/га):	0,12	0,13		

Додавання мікродобрив ($N_{60}P_{20}K_{40} + S_{21} + Mg_{26}$ + мікродобрива) показало найвищу виживаність (91,0 %). Кількість рослин у фазі сходів становила 479 шт./м², а перед збиранням збереглося 436 шт./м². Це може бути наслідком покращеного живлення рослин на всіх етапах розвитку, особливо у критичні періоди.

Дослідження засвідчили, що врожайність чорного вівса сорту «Чорний Принц» значно варіює залежно від норм внесення добрив (табл. 3). У контрольному варіанті, де застосовували лише $N_{60}P_{20}K_{40}$, урожайність чорного вівса становила 4,90 т/га. Додавання 20 кг/га сірки (S_{21}) у другому варіанті досліду сприяло незначному підвищенню врожайності на 4 %, що забезпечило приріст у 0,20 т/га (загальна врожайність – 5,10 т/га). Це свідчить про покращення умов живлення рослин завдяки участі сірки в синтезі білків та обміні азоту.

У третьому варіанті, крім сірки, внесли ще 20 кг/га магнію (Mg_{26}). Це забезпечило додаткове підвищення врожайності на 4 % порівняно з попереднім варіантом (5,32 т/га). Порівняно з контрольним варіантом, приріст становив 0,42 т/га. Додавання магнію сприяло кращому фотосинтезу та активному утворенню хлорофілу, що позитивно позначилося на рості рослин.

Четвертий варіант передбачав внесення мікродобрив у кількості 1,5 л/га разом із уже наявними елементами ($S_{21} + Mg_{26}$). Це дало найбільший приріст урожайності (0,61 т/га) порівняно з контрольним варіантом, де вона становила 5,51 т/га. Мікродобрива забезпечили покращення засвоєння макроелементів, підвищили стійкість рослин до стресових факторів та сприяли кращому формуванню зерна.

Висновки. Мінеральні добрива $N_{60}P_{20}K_{40}$ забезпечили формування врожайності на рівні 4,90 т/га. Додаткове внесення S_{20} підвищило врожайність до 5,10 т/га. Доповнення системи живлення Mg_{20} сприяло зростанню врожайності до 5,32 т/га, а під впливом мікродобрив – до 5,35 т/га.

Бібліографічний список

1. Andognini J., Albuquerque J. A., Warmling M. I., Teles J. S., da Silva G. B. Soil compaction effect on black oat yield in Santa Catarina, Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo.* 2020. Vol. 44. Article e0190157. DOI: 10.36783/18069657rbcs20190157.

2. Ashford D. L., Reeves D. W. Use of a mechanical roller-crimper as an alternative kill method for cover crops. *Am. J. Altern. Agric.* 2003. № 18. P. 37–45. [CrossRef]

3. Baum B. R. *Oats: wild and cultivated: A monograph of the genus Avena L. (Poaceae)*. 1977. Vol. 14. P. 185–193. Canada Department of Agriculture, Research Branch, Ontario, Canada.

4. Dial H. L. Plant Guide for Black Oat (Avena strigosa Schreb.) USDA-Natural Resources Conservation Service; Tucson Plant Materials Center: Tucson, AZ, USA, 2014. P. 85705.

5. Frey L. Distribution of *Avena strigosa* (Poaceae) in Europe. *Fragm. Florist. Geobot.* 1991. № 36. P. 281–288.

6. Glamočlija Đ., Janković S., Popović V., Kuzevski J., Filipović V., Ugrenović V. *Alternatively Crop Plants in Conventional and Organic Growing Systems*; Monography; Institute for Science Application in Agriculture: Belgrade, Serbia, 2015. P. 1–355.

7. Heuzé V., Tran G., Hassoun P., Lebas F. Black oat (*Avena strigosa*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, 2015. URL: https://www.feedipedia.org/node/581. (дата звернення: 15.01.2025).

8. Marquez J. et al. Successional Effects of No-Till Cover Cropping with Black Oat (*Avena strigosa*) vs. Soil Solarization on Soil Health in a Tropical Oxisol. *Horticulturae*. 2022. № 8 (6). P. 527. DOI: 10.3390/horticulturae8060527.

9. Martínez-Villaluenga C., Peñas E. Health benefits of oat: Current evidence and molecular mechanisms. *Curr. Opin. Food Sci.* 2017. № 14. P. 26–31. [Google Scholar] [CrossRef] [Green Version]

10. Pereira A., Dinis L., Pinto M. R. The potential of black oats for sustainable agriculture. *Field Crops Research.* 2019. Vol. 221. P. 137–146. DOI: 10.1016/j.fcr.2018.12.016.

11. Restelatto R., Pavinato P. S., Sartor L. R., Paixão S. J. Production and nutritional value of sorghum and black oat forages under nitrogen fertilization. *Grass Forage Sci.* 2013. № 69. P. 693–704.

12. Scholten M., Spoor B., Green N. Machair corn: Management and conservation of a historical machair component. *Glasg. Nat.* 2009. № 25. P. 63–71.

13. Ugrenović V. et al. "Black Oat (*Avena strigosa* Schreb.) Ontogenesis and Agronomic Performance in Organic Cropping System and Pannonian Environments." *Agriculture*. 2021. № 11 (1). P. 55. DOI: 10.3390/agriculture11010055.

14. Vicensi M., Lopes C., Koszalka V., Umburanas R. C., Borecki Vidigal J. C., de Ávila F. W., Lopes Müller M. M. Soil Fertility, Root and Aboveground Growth of Black Oat Under Gypsum and Urea Rates in No Till. *J. Soil Sci. Plant Nutr.* 2020. № 20. P. 1271–1286.

15. Weibul J., Bojesen L. L. J., Rasomavièvius V. *Avena strigosa* in Denmark and Lithuania: Prospects for in situ conservation. *Plant Genet. Resour. Newsl.* 2002. № 131. P. 1–6.

Стаття надійшла 21.01.2025