

УДК 631.615:631.51.

Природоохоронні аспекти мінерального удобрення кукурудзи на дренованих органогенних ґрунтах

Слюсар І.Т.¹ , Сербенюк В.О.² , Соляник О.П.³ , Сербенюк Г.А.⁴ ^{1,2} ННЦ «Інститут землеробства НААН»⁴ Національний університет біоресурсів і природокористування України✉ E-mail: Слюсар І.Т. slusarit@ukr.net; Сербенюк В.О. serbenukvo@ukr.net;
Соляник О.П. 3369002e@gmail.com; Сербенюк Г.А. bojruw@ukr.net

Слюсар І.Т., Сербенюк В.О., Соляник О.П., Сербенюк Г.А. Природоохоронні аспекти мінерального удобрення кукурудзи на дренованих органогенних ґрунтах. «Агробіологія», 2023. № 1. С. 52–60.

Slyusar I., Serbeniuk V., Solyanyk O., Serbeniuk G. Environmental protection aspects of mineral fertilizer of corn on drained organic soils. «Agrobiology», 2023. no. 1, pp. 52–60.

Рукопис отримано: 22.03.2023 р.

Прийнято: 06.04.2023 р.

Затверджено до друку: 25.05.2023 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2023-179-1-52-60

За результатами досліджень визначено спрямованість процесів формування оптимального поживного режиму на дренованих органогенних ґрунтах під кукурудзою на зерно через встановлення науково обґрунтованих доз внесення мінеральних добрив, залежно від методик, що враховують особливості характеристики цих ґрунтів та методологічні підходи визначення доз мінеральних добрив в умовах польового стаціонарного дослідження на дренованих органогенних ґрунтах заплави р. Супій. Встановлено, що внесення мінеральних добрив призводить до посилення мінералізаційних процесів, які зростають зі збільшенням доз добрив, а це зумовлює накопичення поживних речовин, що впливають на урожайності вирощуваних культур та міграцію їх у дренажні води. Зростання вмісту азотних (N-NO₃, N-NH₄) та фосфорних (P₂O₅) сполук у дренованому органогенному ґрунті є результатом як мінералізації органічної речовини так і перемішування прошарків віваніту і прісноводних черепашок з торфовим ґрунтом, що зумовлює інтенсивний процес окислення у поєднанні із сполуками CaCO₃, і як наслідок, відбувається розкладання органічної речовини у частково гуміфікований комплекс органічних і мінеральних речовин. В результаті чого в ґрунті накопичуються доступні поживні речовини для споживання кукурудзи.

Найбільшу урожайність кукурудзи на зерно (8,34 т/га) отримали за внесення доз добрив на основі даних тривалих досліджень (P₄₅K₁₂₀ з додаванням 2,0 л/га комбінованого препарату зі стимулятором росту Органік-Баланс). Внесення таких доз мінеральних добрив забезпечує найбільший приріст врожаю на одиницю внесених добрив, а вимивання їх у дренажні води не перевищувало гранично допустимих концентрацій водогосподарських об'єктів господарського і культурно-побутового користування. Використання обґрунтованих доз добрив у посівах кукурудзи забезпечує отримання найвищої врожайності з економічно ефективними затратами на одиницю продукції, а також враховує природоохоронні аспекти мінерального удобрення, що запобігають надлишковому вимиванню біогенних речовин у дренажні води, як результат зменшує забруднення річкових вод.

Ключові слова: макродобрива, стимулятор росту, методи розрахунку, добрива, органогенні ґрунти, кукурудза, екологія, врожайність.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Аналіз та оцінка розрахунків внесення мінеральних добрив на приріст врожаю з наявного вмісту рухомого азоту, фосфору та калію в ґрунті показали, що на дренованих органогенних ґрунтах необхідно вносити під-

вищені дози мінеральних добрив. Розглянуто формування поживного режиму та врожайності кукурудзи на зерно на дренованих органогенних ґрунтах залежно від методів розрахунку доз внесення мінеральних добрив та стимуляторів росту. Проведена агрохімічна та економічна

оцінка, визначені пріоритетні методи, які можна використовувати за вирощування кукурудзи на осушуваних органогенних ґрунтах.

Слід зазначити, що питання розрахунку внесення оптимальних доз мінеральних добрив під різні сільськогосподарські культури залежно від ґрунтово-кліматичних умов вивчали багато вчених [1–4]. Ці дослідження дають можливість використати розрахунки оптимальних доз внесення добрив на дренованих органогенних ґрунтах з урахуванням сучасних природоохоронних заходів вирощування культур та економічної доцільності [5, 6, 19].

Водночас, у дренованих органогенних ґрунтах наявна значна кількість рухомого азоту в результаті мінералізації органічної маси торфу, який разом з технологією вирощування культур істотно впливає на поживний режим та урожайність загалом [7, 8].

Основні методи визначення норм внесення мінеральних добрив багатьма вченими [7, 9, 10, 20] рекомендовано розраховувати на основі багаторічних даних польових досліджень та балансово-розрахунковими методами. Останні мають ряд методичних розрахунків: дози розраховані на приріст врожаю або на заплановану урожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті. За оцінки різних методів визначення доз внесення мінеральних добрив найважливішим є врахування економічних, які можуть значно змінюватися під різні культури [3, 8].

Мета досліджень полягає у визначенні ефективності методології розрахунків найдоцільніших доз добрив та особливості формування оптимального режиму під посіви кукурудзи на зерно на дренованих органогенних ґрунтах через визначення обґрунтованих норм унесення мінеральних добрив залежно від методик, що враховують специфіку цих ґрунтів.

Матеріал і методи дослідження. Польові дослідження проводили у 2017–2019 рр. на дренованих торфових ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ „ІЗ НААН” (Київської області). Торф карбонатний зі ступенем розкладання – 45–55 %, потужність торфового шару 2,4–2,5 м; щільність складання ґрунту – 0,215 г/см³, зольність – 44–45 %; валовий вміст азоту – 2,93 %; фосфору – 0,76–0,90 %; калію – 0,09–0,15 %; кальцію – 20–26 %; рН водної витяжки – 7,3–7,5. Дослід закладений у трикратному повторенні, як у просторі, так і часі, за схемою, наведеною у таблиці 1. Загальна площа ділянки 20 м², облікова – 15 м².

Вологість ґрунту визначали термостатно-ваговим методом, вміст нітратного азоту – за Гранвальд-Ляжу з дисульфофеноловою

кислотою (ДСТУ 4725-2007), амонійний азот – екстрагуванням розчину хлориду калію (ДСТУ ISO/TS 14256-1:2003), фосфор і калій – за Б.П. Мачигіним [14]. Вміст біогенних речовин у дренажних водах: нітратний азот за ДСТУ ISO 6878-2008; фосфор – спектрометричним методом із застосуванням амонію за ДСТУ ISO 7150-102003; амонійний азот – ручним спектрометричним методом за ДСТУ 4079-2001 (ISO 9297:1989, MOD) [11, 13].

Значення ГДК щодо забруднення водою біогенними речовинами використовуємо з правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами або з інших літературних джерел [12, 16, 17, 18]. Облік урожайності проводили подільночним методом [15].

Середньомісячні показники температури повітря за квітень–вересень становили 17,4–18,1 °С (за норми 15,5 °С) та атмосферні опади – 319 мм (за норми 327 мм).

Формування варіантів мінерального удобрення багаторічних травосумішей проводили за наступним принципом:

- на основі отриманих даних за результатами багаторічних польових досліджень, що проводили на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції (P₄₅K₁₂₀);
- балансовий – розрахунковий на приріст врожаю. Балансовий метод ґрунтується на способах (двох) визначення добрив на запланований приріст врожаю [7, 8]:

$$H = \frac{(Y_n - Y_k) \times B \times 100}{K_y},$$

де Y_n – запланований урожай, т/га;

Y_k – багаторічна урожайність без добрив, т/га;

B – винесення поживних речовин рослиною, кг/т;

K_y – коефіцієнт використання поживних речовин з добрив, %;

- розрахунковий на всю урожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті. На заплановану урожайність за вирахуванням запасу рухомих форм поживних речовин, що містяться у 0–40 см шарі ґрунту:

$$D = \frac{100 \times U_3 \times B - \Gamma \times K_r}{K_d},$$

де D – доза добрив на 1 га, кг діючої речовини;

U₃ – запланована урожайність, т/га;

B – винос поживних речовин на 1 т врожаю, кг д. р.;

Γ – вміст поживних речовин у ґрунті, кг/га д. р.;

K_r – коефіцієнт використання елементів із ґрунту, %;

K_d – коефіцієнт використання елементів із добрив, %.

- на основі отриманих даних за результатами багаторічних польових досліджень, що проводили на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції, ($P_{45}K_{120}$);
- на основі отриманих даних за результатами багаторічних польових досліджень, що проводили на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції ($P_{45}K_{120}$) + Стимулятор росту Органік-Баланс – 2,0 л/га;
- стимулятор росту Органік-Баланс – 2,0 л/га;
- без добрив (абсолютний контроль).

Результати дослідження та обговорення.

Проведені дослідження за водним режимом ґрунту показали, що залягання ґрунтових вод на дренажних органогенних ґрунтах Панфільської дослідної станції (рис. 1), за період вегетації 2017–2019 рр. було досить сприятливим для вирощування кукурудзи (93–115 см від поверхні ґрунту) і лише наприкінці теплового періоду у деякі роки (2019 та 2017 рр.) у серпні–вересні рівні опускалися до 138–195 см та 165–147 см відповідно, проте таке зниження мало впливало на врожайність кукурудзи, але позитивно позначалося на дозріванні врожаю кукурудзи та його збиранні.

Позитивно впливало зниження ґрунтових вод і на мікробіологічні процеси у ґрунті, в результаті чого більше накопичувалося в ґрунті рухомих поживних речовин, особливо рухомого азоту. Рівні ґрунтових вод за вегетацію 2017 р. коливалися в межах від 52 до 165 см від поверхні ґрунту і в середньому становили 91 см. Меліоративна система з регульованим водним режимом ґрунту (двосторонньої дії) забезпечувала регулювання водно-повітряного режиму активного шару ґрунту впродовж періоду вегетації.

Встановлено, що за вирощування кукурудзи значного дефіциту вологи на осушених торфовищах не спостерігали навіть у посушли-

ві періоди вегетації, оскільки рівні ґрунтових вод знаходилися близько (100 см) від поверхні ґрунту, водночас атмосферні опади, які випали в липні, забезпечували оптимальний водний режим ґрунту, а рослинний покрив кукурудзи створював своєрідний бар'єр і не давав інтенсивно випаровуватися волозі з поверхні ґрунту.

Загалом, аналізуючи вологість 0–30 см шару ґрунту (рис. 2), залежно від років вирощування слід відмітити, що чіткої залежності від погодних умов не спостерігали. Дещо вологішим був весняний період і з нижчими показниками в осінній період. У посушливий період вегетації (практично друга половина), коли опадів випадало менше, вологість активного шару ґрунту на посівах кукурудзи, здебільшого, не опускалася за межі оптимальності (40 % від ПВ). Проте таке залягання було короточасним і воно мало впливало на зниження вологості активного шару ґрунту, яка постійно поповнювалася надходженням капілярної вологи та атмосферних опадів.

Слід зазначити, що значного дефіциту вологи кукурудза не відчувала навіть у посушливі періоди вегетації, оскільки рівні ґрунтової води на тривалий час не опускалися нижче 90 см від поверхні ґрунту і коренева система рослин у абсолютній більшості була в зоні капілярного насичення водою, яке забезпечувалося додатковим зволоженням – надходженням води з магістрального каналу.

Істотної різниці у вологості ґрунту не спостерігали і між ділянками з різним удобренням. Мали лише тенденцію до зменшення вологості активного шару ґрунту в напрямку від варіантів без внесення добрив та за внесення стимулятора росту до повного удобрення культури, що сприяло лише кращому розвитку рослин в зв'язку з посиленням мікробіологічного процесу та підвищенням вмісту рухомого азоту.

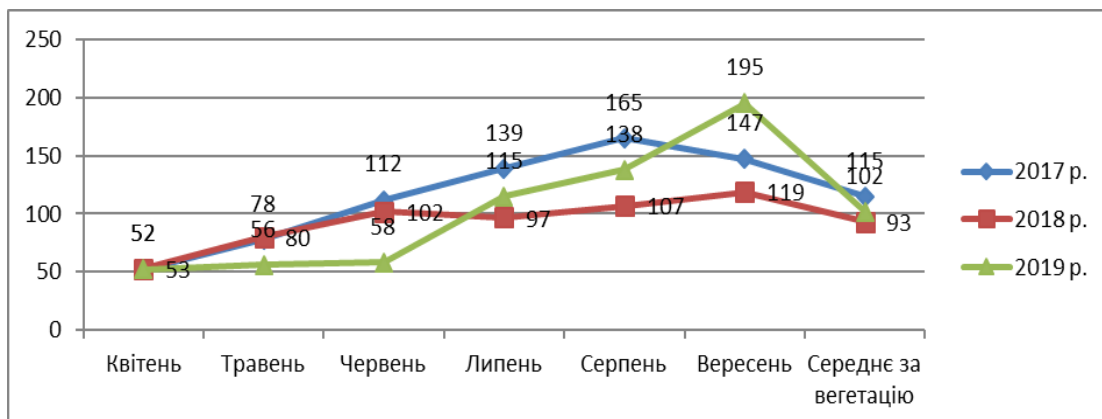


Рис. 1. Динаміка рівнів ґрунтових вод, см від поверхні ґрунту.

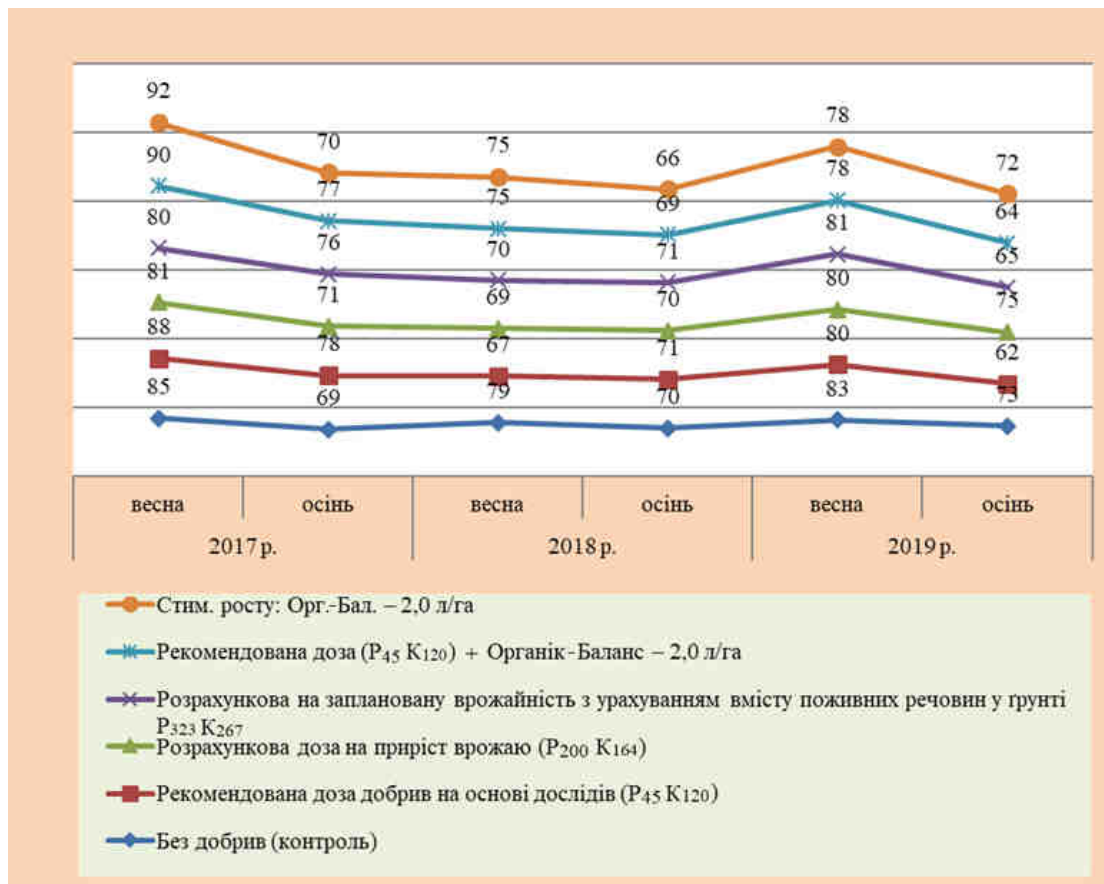


Рис. 2. Вплив удобрення полів на вологість торфового ґрунту під посівами кукурудзи, % від повної вологоємності.

Загалом, враховуючи вологість активного шару ґрунту та глибину залягання ґрунтових вод у досліді, вологозабезпеченість характеризувалась як близька до оптимальних показників, що підтверджує задовільну роботу Су-пійської осушувано-зволожувальної системи в теплі періоди вегетації.

Аналіз вмісту поживних речовин у ґрунті показує (рис. 3), що він істотно залежить від доз внесених добрив. Найменша їх кількість відмічена на неудобрених ділянках. Щодо окремих елементів, то найменші коливання від різних чинників впливу, мав вміст рухомого фосфору, коливання не перевищувало 39 мг/кг сухого ґрунту. Тимчасом за нітратним азотом цей показник становив – 278 мг, по калію – 71 мг/кг сухого ґрунту. Ймовірно, це пов'язано з наявністю прошарків віваніту зі значним вмістом фосфорних сполук. У процесі меліоративного оброблення ґрунту, віванітові прошарки стикаються з повітрям і закисні сполуки фосфору переходять в окиси та його рухомі форми, чим нівелюють рівень вмісту рухомих форм фосфору за варіантами [8].

Високу забезпеченість рухомими формами азоту кукурудза мала незалежно від внесених мінеральних добрив. Найбільші його показники (227–308 мг/кг сухого ґрунту) мали в період її вегетації за проведення міжрядного обробітку, який сприяв інтенсивнішій мінералізації торфу [2, 10].

Вміст рухомого калію у ґрунті повністю залежав від внесених мінеральних добрив. Найбільший вміст мали на ділянках за розрахунку його внесення на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті та на приріст урожаю. Однак важливим є те, що незалежно від методів розрахунку внесення мінеральних добрив вміст поживних речовин у ґрунті під посівами кукурудзи був високим [5].

Надзвичайно важливим чинником на дре-нованих органогенних заплавах ґрунтах є екологічні складові вирощування кукурудзи за різного удобрення. Встановлено (табл. 1), що внесення мінеральних добрив, здебільшого, забезпечує збільшення вимивання поживних речовин у ґрунтові води.

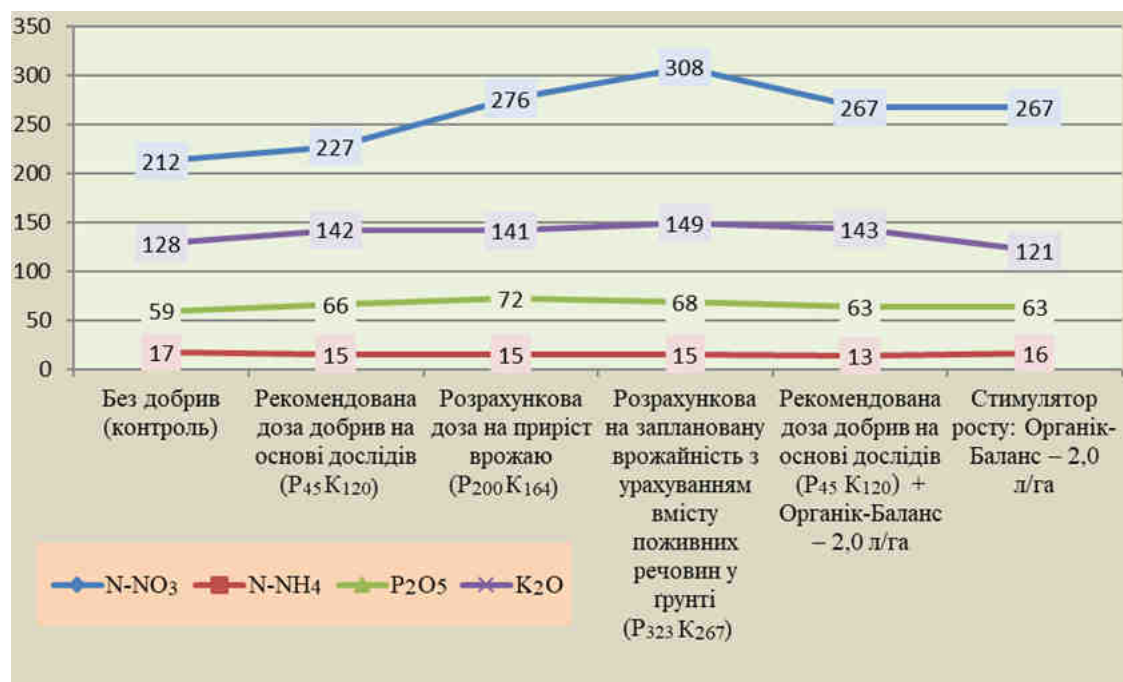


Рис. 3. Вплив мінерального удобрення на забезпеченість ґрунту поживними речовинами під посівами кукурудзи (шар ґрунту 0–30 см), середнє за вегетацію 2017–2019 рр., мг/кг сухого ґрунту.

Таблиця 1 – Вплив внесення добрив у ґрунт на вимивання поживних речовин у ґрунтові води під посівами кукурудзи, середнє за вегетацію 2017–2019 рр., мг/л дренажної води

Удобрєння	N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	Na ₂ O	
Без добрив (контроль)	1,6	0,6	0,3	11,2	143	64,0	36,4	
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (P ₄₅ K ₁₂₀)	8,1	2,4	0,9	20,1	180	80,8	40,1	
Розрахункова доза на приріст врожаю (P ₂₀₀ K ₁₆₄)	4,8	3,4	0,4	14,1	127	57,8	37,6	
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (P ₃₂₃ K ₂₆₇)	9,3	2,1	0,9	24,6	143	73,1	44,4	
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (P ₄₅ K ₁₂₀) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	1,5	0,4	0,4	13,0	167	68,3	40,2	
Стимулятор росту: Органік-Баланс – 2,0 л/га	1,8	0,4	0,3	9,1	150	65,1	38,4	
Канал	0,5	0,4	0,4	9,8	98	62,8	40,1	
р. Супій	0,6	0,5	0,3	9,9	85	55,4	48,5	
ГДК	рибогосподарські, г/м ³	9,10	0,06	0,2–3,5	50	180	50	120
	екологічні, г/м ³	0,3–0,5	0,3–0,5	0,3–0,1	100	180	40	200

Найбільше вимивання з ґрунту спостерігали щодо сполук натрію (36–44 мг), магнію (58–81 мг) та кальцію (123–180 мг), незалежно від варіантів розрахунку внесення мінеральних добрив.

Загалом кількість вимитих сполук за внесених мінеральних добрив (азотних, фосфорних та калійних) не перевищувала ГДК для рибогосподарських потреб. Водночас вимивання з ґрунту природних сполук магнію було більшим за норми, що слід враховувати працівникам рибних господарств.

Така забезпеченість ґрунту поживними речовинами (рис. 2) відповідно впливала і на урожайність кукурудзи (табл. 2) та якість продукції. За рекомендованих доз добрив на основі дослідів мали також найкращі показники якості корму.

Тобто, дещо більше найменшої істотної різниці. Водночас, кількість внесених мінеральних добрив, залежно від варіантів розрахунку їх внесення в ґрунт, має значну різницю, що, безумовно, впливало на виробничі витрати і загалом на собівартість вирощеної продукції.

Економічна оцінка внесення доз добрив показує (табл. 3), що вартість вирощеного врожаю мало відрізняється за варіантами з різним розрахунком добрив і в середньому за роками не перевищує 4,0–8,2 %, водночас, вартість мінеральних добрив, внесених на різні варіанти досліду, різниться в 1,85–2,2 раза. Тому, зібраний урожай кукурудзи з унесенням високих доз добрив має високу собівартість, а умовно чистий прибуток та рівень рентабельності врожаю кукурудзи значно знижується.

Таблиця 2 – Продуктивність кукурудзи на зерно залежно від системи удобрення на дренованих органоґенних ґрунтах, т/га

Удобрення	2017 р.	2018 р.	2019 р.	Середнє	Кормових одиниць	Протеїн
Без добрив (контроль)	5,4	6,1	6,1	5,9	7,46	0,46
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (P ₄₅ K ₁₂₀)	6,8	8,4	8,4	7,9	10,00	0,62
Розрахункова доза на приріст врожаю P ₂₀₀ K ₁₆₄	7,3	7,5	8,1	7,6	9,61	0,59
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті P ₃₂₃ K ₂₆₇	6,9	7,8	8,0	7,6	9,61	0,59
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (P ₄₅ K ₁₂₀) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	8,3	8,5	9,2	8,7	10,91	0,67
Стимулятор росту: Органік-Баланс – 2,0 л/га	5,5	7,0	6,9	6,5	8,18	0,50
NiP ₀₅	0,25	0,21	0,23			

Загалом слід зазначити, що коливання врожайності кукурудзи, залежно від удобрення, мало відрізнялося і не перевищувало 9,2–9,4 %. В середньому за три роки, урожайність зерна кукурудзи розрахована на приріст врожайності та на всю врожайність з урахуванням їх вмісту в ґрунті коливалася в межах 7,31–7,63 т/га.

Отже, отримана урожайність зерна кукурудзи розрахована різними методами показує, що економічно найвигідніше та виправданим є внесення фосфорних та калійних добрив, отриманих на основі багаторічних наукових даних з урахуванням ґрунтово-кліматичних та погодних умов.

Таблиця 3 – Економічна оцінка внесених добрив розрахованих різними методами в посівах кукурудзи на зерно на осушуваних органогенних ґрунтах, середнє за 2017–2019 рр.

Варіант удобрення	Урожайність, т/га	Вартість врожаю, грн/га	Виробничі витрати, грн/га	Собівартість 1 т урожаю, грн	Умовно чистий прибуток, грн/га	Рівень рентабельності
Без добрив (контроль)	5,7	25650	6119	1074	19531	320
Рекомендована доза добрив на основі дослідів ($P_{45}K_{120}$)	7,6	34200	13257	1744	20943	158
Розрахункова доза на приріст врожаю $P_{200}K_{164}$	7,4	33300	20293	2742	13007	64
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті $P_{323}K_{267}$	7,3	29240	28877	3950,3	363	1
Рекомендована доза добрив на основі дослідів ($P_{45}K_{120}$) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	8,4	37800	14030	1670	23770	169
Стимулятор росту: Органік-Баланс – 2,0 л/га	6,3	28350	6775	1075	21575	318

Висновки. Аналіз та оцінка розрахунків внесення мінеральних добрив на приріст врожаю та на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті показали, що використання наявних методів розрахунків доз добрив на дренованих органогенних ґрунтах призводить до внесення завищених норм.

Найбільшу урожайність кукурудзи на зерно в середньому за 2017–2019 рр. (8,39 т/га) отримали за внесення фосфорних і калійних добрив на основі аналізу даних тривалих досліджень ($P_{45}K_{120}$) з додаванням 2,0 л/га комбінованого препарату зі стимулятором росту Органік-Баланс. Такі дози внесення мінераль-

них добрив забезпечували найбільший приріст врожаю на одиницю внесених добрив, а також найвищий вихід кормових одиниць (10,9 т/га) та вихід протеїну (0,67 т/га).

Внесення збалансованих доз мінеральних добрив значною мірою запобігає надлишковому вимиванню нітратного азоту в ґрунтові води та зменшує забруднення річкових вод.

Визначено, що найнижча собівартість отриманого врожаю та найбільший умовно чистий прибуток, рівень рентабельності вирощуваних культур, отримали за внесення мінеральних добрив, розрахованих на основі аналізу даних, встановлених у довготривалих дослідженнях.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Концепція ефективного сільськогосподарського використання земель гумідної зони України: наукове видання. Київ: ВП Едельвейс, 2014. 54 с.
2. Трускавецький Р.С., Цапко Ю.Л. Основи управління родючістю ґрунтів. Харків: ФОП Бровін О.В., 2016. 388 с.
3. Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України / за ред. В.Ф. Камінського. Київ: ВП Едельвейс, 2015. С. 314–336.
4. Методичні рекомендації з розробки оптимального поживного режиму в сівозміні на осушених органогенних ґрунтах. Вінниця: ТОВ Твори, 2020. 16 с.
5. Сінокоси і пасовища на осушуваних землях: монографія / І.Т. Слюсар та ін. Київ: ЦН Компрінт, 2017. 258 с.
6. Water management effect on soil oxidation, greenhouse gas emissions, and nitrogen leaching in drained peat soils / Andres F. Rodriguez et al. Soil Science Society of America Journal. 2021. Vol. 85. Issue 3. P. 814–828. DOI: 10.1002/saj2.20247
7. Гадзало Я.В., Камінський В.Ф. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні. Київ: Аграрна наука, 2016. № 128. 358 с.
8. Слюсар І.Т. Вплив осушувальних меліорацій на трансформацію органогенних ґрунтів. Посібник Українського хлібороба, Український чорнозем на початку третього тисячоліття. Київ, 2016. Т. 1. С. 295–305.
9. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів в землеробстві. Київ: Аграрна наука, 2013. 328 с.

10. Anoszko W., Zajko S., Waszkiel L., Baczy S. Forecast of changes of drained peat landscapes and soils of Belarus. *Acta Agrophysica*. 2002. № 68. P. 7–12.

11. Клименко М.О., Вознюк Н.М., Вербецька К.Ю. Порівняльний аналіз нормативів якості поверхневих вод. Наукові доповіді НУБіП. 2012. Вип. 8 (30). С. 1–15.

12. Методика контролю екологічного стану за міграції біологічних елементів: наукові засади. Київ: ТОВ Дія, 2012. 24 с.

13. Концепція ефективного використання осушуваних земель гумідної зони України: наукові засади. Київ: ЦП Компринт, 2015. 22 с.

14. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсеєнко Б.Н. Агрохімія: лабораторний практикум. Київ: Вища школа, 1999. 311 с.

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

16. Гідрохімія річок Лівобережного лісостепу України / В.К. Хільчевський та ін. Київ: Ніка-Центр, 2014. С. 153–179.

17. Яцик А.М. Екологічна безпека в Україні. Київ: Генеза, 2001. 216 с.

18. Яцик А.В. Водогосподарська екологія. Київ: Генеза, 2004. С. 325–339.

19. Слюсар І.Т., Камінський В.Ф., Соляник О.П., Сербенюк В.О. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від рівня їх удобрення на дренажних органогенних ґрунтах. Вісник аграрної науки. Київ, 2020. №11 (812). С. 5–15. DOI: 10.31073/agrovisnyk202011-01

20. Слюсар І.Т. Методологічні особливості розрахунків доз добрив у сівозміні на осушуваних органогенних ґрунтах. Вісник аграрної науки. Київ, 2019. № 9 (798). С. 72–79. DOI: 20.31073/agrovisnyk201909-11

REFERENCES

1. Kontsepsiia efektyvnoho silskohospodarskoho vykorystannia zemel humidnoi zony Ukrainy: naukove vydannia [The concept of effective agriculture and land use in the humid zone of Ukraine]. Kyiv, VP Edelveis, 2014, 54 p.

2. Truskavetskyi, R.S., Tsapko, Yu.L. (2016). *Osnovy upravlinnia rodiuchistiu gruntiv* [Fundamentals of soil fertility management]. Kharkiv, FOP Brovin O.V., 388 p.

3. Naukovi osnovy efektyvnoho rozvytku zemlerobstva v ahrolanshaftakh Ukrainy [Scientific foundations of effective development of agriculture in agricultural regions of Ukraine]. Kyiv, VP Edelveis, 2015, pp. 314–336.

4. Metodichni rekomendatsii z rozrobky optimalnogo pozhyvnoho rezhymu v sivozmini na osushenykh orhanohennykh gruntakh [Methodical recommendations for the development of an optimal food regime in crop rotation on drained organic soils]. Vinnytsia, TOV Tvory, 2020, 16 p.

5. Sliusar, I.T., Solianyuk, O.P., Serbeniuk, V.O. (2017). Sinokosy i pasovyshcha na osushuvanykh

zemliakh: monohrafiia [Hayfields and pastures on drained lands]. Kyiv, TsN Komprynt, 258 p.

6. Andres, F., Samira, H., Stefan, G., Stephen, P., Maninder, P. (2021). Water management effect on soil oxidation, greenhouse gas emissions, and nitrogen leaching in drained peat soils. *Soil Science Society of America Journal*. Vol. 85, Issue 3, pp. 814–828. DOI: 10.1002/saj2.20247

7. Gadzalo, Ja.V., Kamins'kyj, V.F. (2016). *Naukovi osnovy vyrobnytstva orhanichnoi produktsii v Ukraini* [Scientific basis of reliability of organic products in Ukraine]. Kyiv, Agrarian science, 358 p.

8. Sliusar, I.T. (2016). Vplyv osushuvanykh melioratsii na transformatsiiu orhanohennykh gruntiv [The influence of drainage amelioration on the transformation of organic soils]. *Posibnyk Ukrainського khliboroba, Ukrainyskyi chornozem na pochatku tretoho tysyacholittia* [Handbook of the Ukrainian farmer, Ukrainian chernozem at the beginning of the third millennium]. Kyiv, Vol. 1, pp. 295–305.

9. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv v zemlerobstvi* [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]. Kyiv, Agrarian science, 328 p.

10. Anoszko, W., Zajko, S., Waszkiel, L., Baczy, S. (2002). Forecast of changes of drained peat landscapes and soils of Belarus. *Acta Agrophysica*. no. 68, pp. 7–12.

11. Klymenko, M.O., Vozniuk, N.M., Verbetska, K.Iu. (2012). Porivnialnyi analiz normatyviv yakosti poverkhnevyykh vod. *Naukovi dopovidi NUBiP* [Comparative analysis of surface water quality standards]. *Scientific reports Nubip*, Issue 8 (30), pp. 1–15.

12. *Metodyka kontroliu ekolohichnoho stanu za mihratsiiu biolohichnykh elementiv: naukovi zasady* [The method of monitoring the ecological state during the migration of biological elements: scientific principles]. Kyiv, TOV Diia, 2012, 24 p.

13. *Kontsepsiia efektyvno vykorystannia osushuvanykh zemel humidnoi zony Ukrainy: naukovi zasady* [The concept of effective utilization of drained lands of the humid zone of Ukraine: scientific principles]. Kyiv, TsP Komprynt, 2015, 22 p.

14. Lisoval, A.P., Davydenko, U.M., Moiseienko, B.N. (1999). *Ahrokhimiia: laboratornyi praktykum* [Agrochemistry: laboratory practice]. Kyiv, High school, 311 p.

15. Yeshchenko, P.O., Kopytko, P.H., Opryshko, V.P., Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii* [Basics of scientific research in agronomy]. Kyiv, Diia, 288 p.

16. Hil'chev'skyj, V.K., Vynarchuk, O.O., Gonchar, O.M. (2014). *Gidrohimiia richok livoberezhnogo Lisostepu Ukrainy* [Hydrochemistry of the rivers of the Left Bank forest-steppe of Ukraine]. Kyiv, Nika-Centr, pp. 153–179.

17. Yatsyk, A.M. (2001). *Ekolohichna bezpeka v Ukraini* [Environmental safety in Ukraine]. Kyiv, Heneza, 216 p.

18. Yatsyk, A.V. (2004). Vodohospodarska ekolohiia [Water management ecology]. Kyiv, Heneza, 680 p.

19. Sliusar, I.T., Kaminskyi, V.F., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O. (2020). Produktyvnist silskohospodarskykh kultur zalezno vid rivnia yikh udobrennia na drenovanykh orhanohennykh gruntakh [Productivity of agricultural crops depending on the level of their fertilization on drained organic soils]. Visnyk ahrarnoi nauky [Herald of Agrarian Science]. Kyiv, no. 11 (812), pp. 5–15. DOI: 10.31073/agrovisnyk202011-01

20. Sliusar, I.T. (2019). Metodolohichni osoblyvosti rozrakhunkiv doz dobrov u sivozmini na osushuvanykh orhanohennykh gruntakh [Methodological features of calculating fertilizer doses in crop rotation on drained organic soils]. Visnyk ahrarnoi nauky [Herald of Agrarian Science]. Kyiv, no. 9 (798), pp. 72–79. DOI: 20.31073/agrovisnyk201909-11

Environmental protection aspects of corn mineral fertilizing on drained organic soils

Slyusar I., Serbeniuk V., Solyanyk O., Serbeniuk G.

Based on the results of the research, the orientation of the processes of forming the optimal nutrient regime on drained organic soils under corn for grain was determined by establishing scientifically based doses of mineral fertilizers, depending on the methods that take into account the characteristics of these soils and methodological approaches to determine the doses of mineral fertilizers in the conditions of field stationary experiment on drained organic soils of the floodplain of the Supii River. It was established that the application

of mineral fertilizers leads to the strengthening of mineralization processes, which rises with increasing doses of fertilizers, which, in turn, leads to the accumulation of nutrients that affect the yield of cultivated crops and their migration into drainage waters. The increase in the content of nitrogen ($N-NO_3$, $N-NH_4$) and phosphorus (P_2O_5) compounds in drained organic soil are caused by both organic matter mineralization and mixing of vivanite and freshwater shells layers with peat soil, which causes an intensive oxidation process in the combined with $CaCO_3$ compounds, and as a result, organic matter decomposes into a partially humic complex of organic and mineral substances. Available for corn consumption nutrients further accumulate in the soil.

The highest yield of corn per grain (8.34 t/ha) was obtained with the application of fertilizer doses based on the data of long-term studies ($P_{45}K_{120}$ with the addition of 2.0 l/ha of the combined preparation with the growth stimulator "Organic Balance"). The introduction of such doses of mineral fertilizers provides the greatest increase in yield per unit of applied fertilizers, and their leaching into drainage waters did not exceed the maximum permissible concentrations of water management objects for economic and cultural and domestic use. The use of justified doses of fertilizers in corn crops ensures the highest yield with cost-effective costs per unit of production. It also takes into account the environmental aspects of mineral fertilizers, which prevent excessive leaching of biogenic substances into drainage waters, and, as a result, reduces the pollution of river waters.

Key words: macrofertilizers, growth stimulator, calculation methods, fertilizers, organic soils, corn, ecology, productivity.



Copyright: Слюсар І.Т. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



ORCID iD:

Слюсар І.Т.

Сербенюк В.О.

Соляник О.П.

Сербенюк Г.А.

<https://orcid.org/0000-0001-8980-5160>

<https://orcid.org/0000-0003-0175-6611>

<https://orcid.org/0000-0002-9037-0296>

<https://orcid.org/0000-0001-9187-0623>