

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ БАГАТОРІЧНИХ ТРАВСУМІШЕЙ НА ДРЕНОВАНИХ ОРГАНОГЕННИХ ҐРУНТАХ

І.Т. Слюсар¹, В.О. Сербенюк¹, Г.А. Сербенюк²

¹ ННЦ «Інститут землеробства НААН»
(сmt Чабани, Фастівський р-н, Київська обл., Україна)
e-mail: sliusarit@ukr.net; ORCID: 0000-0001-8980-5160
e-mail: serbenukvo@ukr.net; ORCID: 0000-0003-0175-6621

² Національний університет біоресурсів і природокористування України
(м. Київ, Україна)
e-mail: bojruw@ukr.net; ORCID: 0000-0001-9187-0623

Природоохоронне та ефективне використання заплавних органогенних ґрунтів долин річок гумідної зони пов'язане з розробкою стійких агросистем, в яких багаторічним травам відводиться в структурі посівних площ 65–75%. Основним заходом у технології вирощування багаторічних травосумішей є внесення мінеральних добрив. Проведені дослідження свідчать, що найбільшу врожайність багаторічних травосумішей у середньому за 2016–2019 рр. мали за внесення рекомендованих доз добрив отриманих на основі багаторічних досліджень ($N_{45}P_{45}K_{120}$) — 8,9 т/га, а з додавання — 2 л/га Органік-Баланс — 9,4 т/га сухої маси; за врожайності 8,5 т/га за розрахункової дози добрив на приріст врожаю трав $N_{45}P_{84}K_{150}$ та 8,3 т/га — на заплановану врожайність з урахуванням умісту поживних речовин у ґрунті $N_{45}P_{138}K_{293}$. Отже, економічно найвигідніше та науково виправдані є внесення мінеральних добрив під посіви багаторічних трав отриманих на основі тривалих досліджень з урахуванням ґрунтово-кліматичних та погодних умов. До того ж, внесення різних доз мінеральних добрив призводило і до відповідного вимивання їх у дренажні води. Вимивання NO_3 за вегетацію на варіанті за рекомендованої дози добрив становило — 12,3 мг/л, а на варіанті з внесенням мінеральних добрив на приріст врожаю ($N_{45}P_{84}K_{150}$) збільшувало вимивання у ґрунтові води до 17,2 мг/л води. Отже, економічна та екологічна оцінка визначення доз мінеральних добрив, розрахованих різними методами показала, що на посівах багаторічних трав найдоцільніше визначати розрахунки на основі даних, отриманих у довготривалих дослідженнях.

Ключові слова: екологія, мікродобрива, методи розрахунку, дренажні ґрунти, меліорація, забруднення вод, багаторічні травосуміші.

ВСТУП

Запровадження в Україні концепції точного землеробства (*precision agriculture*), розробленої в 90-х роках ХХ ст. є логічним продовженням епохи програмування врожаїв [1–3]. Набуті знання дають змогу застосовувати новітні підходи диференційованого спрямування конкретно на розв'язання основних завдань на різних типах ґрунтів, особливо на меліорованих органогенних; уточнення методології розрахунків оптимального поживного режиму ґрунту з урахуванням не тільки сучасних технічних заходів, а й загальноекономічних та екологічних показників [4–6].

Наявність у торфоболотних ґрунтах значної кількості азоту і їхня здатність забезпечувати рослини протягом вегетації вологою, сприяють інтенсивному росту і розвитку багаторічних травосумішей. Ці особливості органогенних ґрунтів разом з агротехнікою вирощування культур значно впливають на поживний режим ґрунту та екологію довкілля загалом [7–9].

Мета роботи — визначення принципів формування оптимального поживного режиму для багаторічних травосумішей та запобігання забруднення ґрунтових і річкових вод на дренажних органогенних ґрунтах, шляхом встановлення науково обґрунтованих доз внесення мінеральних

добрив, залежно від методик їхнього розрахунку, що враховують особливості характеристики цих ґрунтів та структури посівних площ у сівозміні.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Основними методами визначення норм внесення мінеральних добрив багатьма вченими [2; 3; 9] прийнято: розрахунки на основі аналізу даних багаторічних польових досліджень та балансово-розрахункові методи. Останні мають цілу низку методик: дози розраховані на приріст урожаю, на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті, коефіцієнтів використання поживних з елементів ґрунту і добрив, винесення основною і побічною продукцією культур тощо.

Наведене вище свідчить про важливість уточнення основних принципів методології формування оптимального поживного режиму стосовно меліорованого органічного ґрунту в зв'язку зі зміною клімату та запровадження сучасних технологій вирощування багаторічних травосумішей [10; 11].

Вирощування сільськогосподарських культур по-різному впливають на мінералізацію органічного ґрунту та поповнення органічної речовиною кореневими та рослинними рештками. Під буряками мінералізовано 5–6 т/га органічної речови-

ни торфу, а компенсовано — 5–6%; щороку під зерновими — 4,1–4,5 т/га та 50–51%, а під багаторічними травами — 4,9 т/га і 60%. Відтак найбільше органічної речовини торфу втрачається за вирощування просапних культур [12–15].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження здійснювали в стаціонарному досліді у восьмипільній зерно-кормовій сівозміні на дренованих староорних організованих ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» (заплава р. Сушій Яготинського р-ну Київської обл.). Ґрунт дослідної ділянки — торф карбонатний рогозово-осокового походження з високим ступенем розкладу — 45–55% та потужністю торфового шару 2,4–2,5 м; щільність складання ґрунту — 0,215 г/см³, повна вологоємність 270–285%, зольність — 40%. Валовий вміст азоту — 2,93%; фосфору — 0,76–0,90; калію — 0,09–0,15; кальцію — 20 — 26%; рН водного розчину — 7,3–7,5. Підстилаюча материнська порода — оглеєні алювіальні суглинки.

Дослід, закладений у трикратному повторенні, як у просторі, так і в часі, за схемою, наведеною у *табл. 1*. Загальна площа ділянки — 20 м², облікова — 15 м².

У ґрунтових зразках визначали вологість термостатно-ваговим методом, вміст нітратного азоту — за Гранваль-Ляжу

Таблиця 1. Вплив мінерального удобрення на вміст поживних речовин у шарі ґрунту 0–30 см, середнє за вегетацію 2016–2019 рр., мг/кг сухого ґрунту

Удобрєння	Вміст у ґрунті			
	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Беззмінні посіви багаторічних травосумішей</i>				
Без добрив (контроль)	25,5	59	67,8	127
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	34,5	99	78,3	144
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	27,6	146	88,2	153
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	21,1	105	95,1	179
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-Баланс — 2,0 л/га	22,0	81	87,3	155
Стимулятор росту — Органік-Баланс — 2,0 л/га	26,4	72	67,8	133

Удобрення	Вміст у ґрунті			
	N-NH ₄	N-NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
<i>Багаторічні трави першого року вирощування</i>				
Без добрив (контроль)	20,5	143	68,0	160
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	23,9	179	77,1	204
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	19,8	158	71,1	208
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	20,7	181	83,0	201
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	23,4	149	73,8	168
Стимулятор росту – Органік-Баланс – 2,0 л/га	23,4	153	70,1	157
<i>Багаторічні трави другого року вирощування</i>				
Без добрив (контроль)	22,3	162	67,1	138
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	23,7	172	74,7	149
Розрахункова доза на приріст урожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	21,6	230	77,3	123
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	20,6	144	91,6	110
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-Баланс – 2,0 л/га	18,4	179	92,2	139
Стимулятор росту – Органік-Баланс – 2,0 л/га	18,3	144	69,6	142

з дисульфоголовою кислотою (ДСТУ 4725-2007), амонійний азот шляхом екстрагування розчину хлориду калію (ДСТУ ISO/TS 14256-1:2003), фосфор і калій – за Б.П. Мачигінім, з наступним визначенням рухомого фосфору колориметрично, обмінного калію – на полуменовому фотометрі. Вміст біогенних речовин у дренажних водах: нітратний азот ДСТУ ISO 6878-2008; фосфор – спектрометричний метод із застосуванням амонію ДСТУ ISO 7150-1:2003; амонійний азот – ручний спектрометричний метод ДСТУ 4079-2001 (ISO 9297:1989, MOD).

Облік урожайності проводили подільним методом [16; 17]. Значення ГДК щодо забруднення водою біогенними речовинами брали з правил охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами або з інших літературних джерел [18–20].

Погодні умови в роки досліджень у районі дослідних ділянок характеризувалися підвищеними середньомісячними показ-

никами. Температура повітря за березень–квітень становила 17,4–18,1°C (за норми – 15,5°C) та меншими від норми (327 мм) атмосферними опадами – 319 мм.

Формування варіантів мінерального удобрення багаторічних травосумішей здійснювали за таким принципом [4; 18]:

■ На основі отриманих даних за результатами багаторічних польових досліджень, що проводилися на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» (N₄₅P₄₅K₁₂₀);

■ Балансовий – розрахунковий на приріст урожаю. Балансовий метод ґрунтується на способах (двох) визначення добрив на запланований приріст урожаю [15]:

$$H = \frac{(Y_n - Y_k) \times B \times 100}{K_y}, \quad (1)$$

де Y_n – запланований урожай, т/га; Y_k – багаторічна урожайність без добрив, т/га; B – винесення поживних речовин росли-

ною, кг/т; K_y — коефіцієнт використання поживних речовин з добрив, %;

■ Розрахунковий на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті. На заплановану врожайність за вирахуванням запасу рухомих форм поживних речовин, що містяться у шарі ґрунту 0–40 см.

$$D = \frac{100 \times Y_3 \times B - \Gamma \times K_z}{K_d}, \quad (2)$$

де D — доза добрив на 1 га, кг діючої речовини; Y_3 — запланована врожайність, т/га; B — винос поживних речовин на 1 т урожаю, кг д. р.; Γ — вміст поживних речовин у ґрунті, кг/га д. р.; K_z — коефіцієнт використання елементів із ґрунту, %; K_d — коефіцієнт використання елементів із добрив, %;

■ Рекомендований під багаторічні трави ($N_{45+45}P_{45}K_{60+60}$). На основі отриманих даних за результатами багаторічних польових дослідженнях, що проводилися на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН»;

■ На основі отриманих даних за результатами багаторічних польових дослідженнях, що здійснювалися на староорних ґрунтах Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН» ($N_{45}P_{45}K_{120}$) + Стимулятор росту — Органік-Баланс — 2,0 л/га;

- стимулятор росту — Органік-Баланс — 2,0 л/г;
- без добрив (контроль).

Коефіцієнти використання поживних речовин із ґрунту та добрив розраховували на основі багаторічних даних одержаних на цих ґрунтах. Математичну обробку отриманих результатів польових досліджень здійснювали методом дисперсійного аналізу. В досліді вносили аміачну селітру — (34,4%), калій хлористий — (60) та суперфосфат — (20%).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Спостереження та аналіз поживного режиму ґрунту залежить не тільки від доз внесених добрив, однак доволі відрізняється

і від віку багаторічних травостоїв (див. *табл. 1*). Найменшу кількість рухомого азоту відмічено на неудобренних ділянках та під посівами багаторічних травосумішей без перезалуження (59–146 мг/кг сухого ґрунту). Щодо окремих елементів, то найменші коливання від різних чинників впливу, мав вміст рухомого фосфору, коливання не перевищувало 27,7 мг/кг сухого ґрунту. Тоді як за нітратним азотом цей показник сягав 171 мг, а по калію — 98 мг/кг сухого ґрунту. Очевидно, це зумовлено наявністю прошарків вівіаніту зі значним умістом фосфорних сполук. У процесі меліоративного оброблення ґрунту, вівіанітові прошарки, в яких відбувається окислення 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 ґрунту рухомими формами азоту мало внесення мінеральних азотних добрив. Найменші його показники (59–146 мг/кг сухого ґрунту) мали під багаторічними травостоями за беззмінного їхнього вирощування.

Вміст рухомого калію у ґрунті повністю залежав від внесених мінеральних добрив. Найбільший його вміст мали на ділянках за розрахунку його внесення на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті та на приріст урожаю — 201–208 мг/кг сухого ґрунту, проти контролю без внесення мінеральних добрив відповідно — 160–167 мг/кг сухого ґрунту.

Однак важливим є те, що незалежно від методів розрахунку внесення поживних речовин у ґрунт, багаторічні травосумішки в сівозміні мали високу забезпеченість поживними речовинами. Така забезпеченість ґрунту поживними речовинами відповідно впливала і на врожай багаторічних травостоїв (*рис. 1*).

Загалом, можна відмітити, що коливання врожайності трав істотно залежало від варіантів внесення добрив і меншою мірою залежало від віку травостою.

Нами виявлено, що внесення різних доз мінеральних добрив у більшості випадків,

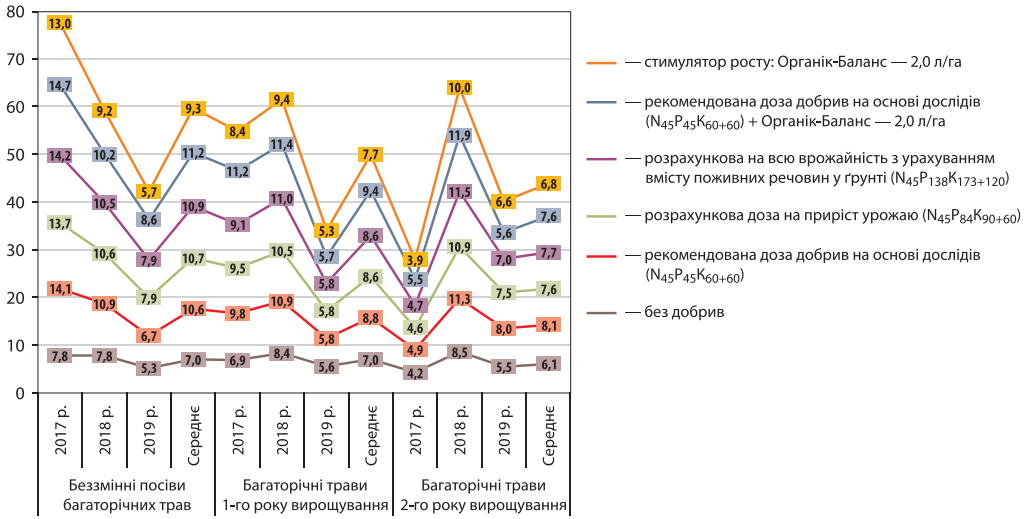


Рис. 1. Вплив мінерального удобрення та віку багаторічних травостойів на їхню врожайність, т/га сухої маси

спричинило не тільки не однакове накопичення поживних речовин у ґрунті, а й відповідне вимивання їх у дренажні води (табл. 2). Отримані показники свідчать про те, що кількість біогенних речовин, які потрапили в ґрунтові води залежали від рівня удобрення та років вирощування багаторічних травостойів.

Так, за внесення під багаторічні трави у 2016 р. рекомендованої дози добрив на основі досліджень (N₄₅P₄₅K₆₀₊₆₀), вимивання у ґрунтові води нітратного азоту за вегетацію становило — 12,3 мг/л води, а внесення розрахункової дози на приріст урожаю (N₄₅P₈₄K₉₀₊₆₀) сприяло інтенсивнішому накопиченню його у ґрунтових водах 17,2 мг/л.

Найвищий винос нітратного азоту за 2016–2019 рр. відмічено на ділянках із розрахунковою дозою на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N₄₅P₁₃₈K₁₇₃₊₁₂₀) та на ділянках розрахункових доз на приріст урожаю — 17,2–28,8 мг/л ґрунтової води.

Подібну залежність спостерігали і за аміачним азотом, але зі значно нижчими показниками та послаблення даних процесів в осінній період вегетації, що свідчить про анаеробні процеси. Останні відбували-

ся внаслідок перезволоження та ущільнення ґрунту восени, особливо під травами, без перезалуження, що сприяло утворенню більшої кількості аміачного азоту.

Фосфор, через низьку розчинність його сполук, характеризувався меншою рухомістю і тому вимивався у ґрунтові води порівняно в невеликій кількості, у весняний період на ділянках під травами без перезалуження 0,5 та 1,7–1,3 мг/л води відповідно. До того ж, різниця між варіантами удобрення проявлялася не досить виразно.

Вимивання калію у ґрунтові води було більшим, особливо за застосування розрахункових доз добрив. Так, на ділянках без внесення добрив та одного стимулятора росту Органік-Баланс вміст калію у дренажній воді знаходився на рівні 2,2 і 11,5 мг/л, а за внесення розрахункових доз добрив на приріст урожаю та з урахуванням поживних речовин у ґрунті, його вміст сягав — 15,1–18,7 мг/л води.

Отже, спостереження за вимиванням біогенних речовин у ґрунтові води свідчать про обґрунтованість розрахунків доз внесення мінеральних добрив під багаторічні травостойі, які мають і природоохоронне значення, яке стримує надлишкове вимивання біогенних елементів у ґрунтові води

Таблиця 2. Вплив внесення доз добрив у ґрунт на вививання поживних речовин у ґрунтові води, мг/л дренажної води

Удобрєння	N-NO ₃					N-NH ₄					P ₂ O ₅					K ₂ O				
	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2016 р.	2017 р.	2018 р.	2019 р.	2020 р.
Без добрив (контроль)	1,2	4,9	—	—	4,9	4,9	10,1	3,9	0,4	3,7	1,0	1,1	0,4	0,4	0,9	8,1	11,4	11,5	2,2	10,6
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ +60)	12,3	18,3	—	19,5	2,4	3,2	2,1	2,8	0,5	4,1	0,5	0,4	1,3	0,6	0,6	5,3	9,3	15,8	4,4	8,6
Розрахункова доза на приріст врожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀ +60)	17,2	20,0	2,1	28,8	2,7	3,1	2,7	1,8	0,3	4,2	0,2	0,2	1,05	0,3	0,7	6,9	9,6	11,3	3,2	7,4
Розрахункова на всю врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃ +120)	16,6	16,6	—	—	3,9	7,9	1,6	2,6	0,3	4,6	1,2	0,2	1,2	0,1	1,3	7,1	9,5	15,1	4,4	9,3
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ +60) + Органік-Баланс — 2,0 л/га	14,7	6,9	26,9	—	4,0	8,8	6,8	3,8	—	5,0	2,1	2,1	2,4	—	0,7	9,5	11,6	18,7	—	9,8
Стимулятор росту: Органік-Баланс — 2,0 л/га	9,7	4,7	2,1	—	5,4	7,5	5,8	4,4	—	6,6	1,6	1,3	0,9	—	1,7	9,5	12,5	12,3	—	9,3
Канал осушувальний	2,5	0,1	0,1	0,1	0,1	1,5	0,1	0,8	0,3	0,3	1,1	0,6	0,2	0,1	0,1	7,5	9,5	11,6	2,2	2,3
ГДК рибогосподарські, г/м ³	9,1					0,02					—					—				
ГДК екологічні, г/м ³	0,3–0,5					0,3–0,5					0,3–0,1					—				

Таблиця 3. Економічна оцінка внесених добрив, розрахованих різними методами в сівзміні на посівах багаторічних трав вирощування на осушуваних органічних ґрунтах, середнє за 2016–2019 рр.

Удобрєння	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)	6,5	21420	3554	562	17766	500
Рекомендована доза добрив на основі дослідів (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀)	8,8	31620	12267	1394	19352	158
Розрахункова доза на приріст врожаю (N ₄₅ P ₈₄ K ₉₀₊₆₀)	8,5	30608	14743	1734	15866	108
Розрахункова на заплановану врожайність з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті (N ₄₅ P ₁₃₈ K ₁₇₃₊₁₂₀)	8,3	29580	22763	2742	6817	30
Рекомендована доза (N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀₊₆₀) + Органік-баланс – 2,0 л/га	9,4	33660	13148	1399	20512	156
Стимулятор росту: Органік-баланс – 2,0 л/га	7,2	23970	4446	617	19524	439

і, таким чином, запобігає їхньому забрудненню.

Слід зазначити важливість економічної оцінки внесення доз добрив, розрахованих різними методами у сівзміні на органічних ґрунтах гумідної зони, яка показує (табл. 3), що вартість вирощеного врожаю мало відрізняється за варіантами з різним розрахунком добрив, у середньому по культурах не перевищує 4,0–8,2%, у той самий час, виробничі витрати уже різняться в 1,85–2,2 рази. Це зумовлено зі значними виробничими витратами на вирощування багаторічних травосумішей та з високою вартістю мінеральних добрив. Тому, посіви багаторічних трав з унесенням високих доз добрив мають високу собівартість, а умовно чистий прибуток та рівень рентабельності отриманою врожайністю на варіантах із високими дозами добрив значно знижуються.

Отже, отримані дані з ефективного використання дренажних органічних ґрун-

тів з урахуванням внесення мінеральних добрив, розрахованих різними методиками під сільськогосподарські культури свідчать, що екологічно та економічно найвигідніше та науково виправданим є внесення мінеральних добрив, отриманих на основі багаторічних наукових даних з урахуванням ґрунтово-кліматичних та погодних умов.

ВИСНОВКИ

Найвищу врожайність багаторічних травосумішей першого і другого років вирощування (8,2 і 9,4 т/га сухої маси) отримали за внесення доз добрив встановлених на основі аналізу даних тривалих досліджень (N₄₅P₄₅K₁₂₀ з додаванням 2,0 л/га комбінованого препарату зі стимулятором росту Органік-Баланс).

Такі дози мінеральних добрив забезпечили найбільший приріст урожаю на одиницю внесених добрив і найменше вимивання поживних речовин у ґрунтові води та їхнє забруднення.

Економічне обґрунтування та оцінка визначення доз мінеральних добрив, розрахованих різними методами показали, що найнижча собівартість отриманого врожаю та найбільший умовно чистий прибуток,

як і рівень рентабельності багаторічних травосумішей, мали на посівах із внесеним мінеральних добрив, розрахованих на основі аналізу даних, одержаних на посівах за довготривалих досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Айзенберг Я.С., Макаров В.І., Коновалова Т.Н. та ін. Методологія, інформатика та інженерне забезпечення точного землеробства в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 1. С. 22–27.
2. Конішук В.В., Смаголь В.М., Шумидай І.В. Природоохоронне значення торфових екосистем плав-ІІ, ями Житомирського Полісся. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 3. С. 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266405>.
3. Макарова Н.В., Дробітько А.В., Корхова М.М., Панфілов А.В. Програмування врожаю: метод, реком. Миколаїв, 2020. 64 с.
4. Безкровний А.К., Проскура М.С., Цюпа М.Г., Слюсар І.Т. Методичні рекомендації по розробці технологій вирощування запрограмованих урожаїв сільськогосподарських культур на осушених торфових ґрунтах УРСР. Київ: Південне відділення, 1983. 57 с.
5. Жовтоног О.І., Кириєнко О.І., Шостак І.К. Алгоритм планування зрошення з використанням геоінформаційних технологій для системи точного землеробства. *Меліорація і водне господарство*. 2004. Вип. 91. С. 33–41.
6. Методичні рекомендації з реалізації технології точного землеробства на осушуваних землях України / за ред. В.А. Сташука. Київ, 2008. 59 с.
7. Слюсар І.Т. Методологічні особливості розрахунків доз добрив у сівозміні на осушуваних органічних ґрунтах. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 9 (798). С. 72–79. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-11>.
8. Слюсар І.Т., Камінський В.Ф., Соляник О.П., Сербенюк В.О. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від рівня їх удобрення на дренажних органічних ґрунтах. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 11 (812). С. 5–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-01>.
9. Слюсар І.Т., Ткачов О.І., Теплинський М.Г., Соляник О.П. Удобрення лучних травосумішок залежно від забезпеченості торфовищ поживними речовинами. *Збірник наукових праць*. 2007. № 5. С. 60–66.
10. Слюсар І.Т., Сербенюк В.О., Гера О.М. та ін. Створення екологічно безпечної технології вирощування різностиглих травосумішей залежно від удобрення та тривалості їх використання: реком. Київ, 2015. 34 с.
11. Слюсар І.Т. Вплив осушувальних меліорацій на трансформацію органічних ґрунтів. *Посібник Українського хлібороба, Український чорнозем на початку третього тисячоліття*. 2016. Т. 1. Київ. С. 295–305.
12. Лісовал А.П., Давиденко У.М., Мойсенко Б.Н. Агрохімія. Лабораторний практикум. Київ: Вища школа, 1999. 311 с.
13. Сербенюк В.О., Олійник А.В. Особливості безпечного використання староорних дренажних торфових ґрунтів Лісостепу. *Ресурсозберігаючі технології вирощування культурних рослин: матеріал. Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Біла Церква, 23 квіт. 2021 р.)*. Біла Церква. 2021. С. 33–37.
14. Сербенюк В.О., Тарасенко О.А., Сербенюк Г.А. Природоохоронна здатність посівів багаторічних трав за органічного виробництва на дренажних органічних ґрунтах. *Еколого-безпечні технології в рослинництві в умовах воєнного стану: матеріал. Всеукр. наук.-практ. конф. (Київ–Сквира, 10 серп. 2022 р.)*. Київ–Сквира, 2022. С. 120–123.
15. Рижук С.М., Слюсар І.Т. Агроекологічні основи ефективного вирощування осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України: моногр. Київ: Аграрна наука, 2006. 424 с.
16. Слюсар І.Т., Соляник О.П., Сербенюк В.О. та ін. Сінокоши та сіновища на осушуваних землях: моногр. Київ: ЦН Компринт, 2017. 258 с.
17. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковихін С.В. Статистичний аналіз результатів польових дослідів у землеробстві. Київ: Аграрна наука, 2013. 328 с.
18. Єщенко П.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії: підруч. / за ред. В.О. Єщенка. Київ: ДІА, 2005. 288 с.
19. Яцик А.В. Екологічна безпека в Україні: моногр. Київ: Генеза, 2001. 216 с.
20. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: моногр. Т. 4. Київ: Генеза, 2004. 680 с.

REFERENCES

1. Aizenberh, Ya.S., Makarov, V.I., Konovalova, T.N. et al. (2002). Metodolohiia, informatyka ta inzhenerne zabezpechennia tochnoho zemlerobstva v Ukraini [Methodology, informatics and engineering support of precision agriculture in Ukraine]. *Visnyk aharnoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 1, 22–27 [in Ukrainian].
2. Konishchuk, V.V., Smahol, V.M. & Shumyhai, I.V. (2022). Pryrodookhoronne znachennia torfovykh ekosystem plav-II, yamny Zhytomyrskoho Polissia [Environmental significance of peat ecosystems of Plav-I, pits of Zhytomyr Polissia]. *Ahroekologichnyi zhurnal – Ahroekologichnyi zhurnal*, 3, 6–16. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266405> [in Ukrainian].

3. Makarova, N.V., Drobitko, A.V., Korkhova, M.M. & Panfilov, A.V. (2020). *Prohramuvannia vrozhaui: Metodichni rekomendatsii [Crop programming: Guidelines]*. Mykolaiv [in Ukrainian].
4. Bezkrivnyi, A.K., Proskura, M.S., Tsiupa, M.H. & Sliusar, I.T. (1983). *Metodichni rekomendatsii po rozrobtsti tekhnologii vyroshchuvannia zaprogramovanykh urozhaiv silskohospodarskykh kultur na osushenykh torfovykh gruntakh URSS [Methodological recommendations for the development of technologies for growing programmed crops of agricultural crops on drained peat soils of the Ukrainian SSR]*. Kyiv [in Ukrainian].
5. Zhovtonoh, O.I., Kyryienko, O.I. & Shostak, I.K. (2004). Alhorytm planuvannia zroshennia z vykorystanniam heoinformatsiinykh tekhnologii dlia systemy tochnoho zemlerobstva [Irrigation planning algorithm using geo-information technologies for precision agriculture system]. *Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Land Reclamation and Water Management*, 91, 33–41 [in Ukrainian].
6. Stashuk, V.A. (Ed.). (2008). *Metodichni rekomendatsiyyi z realizatsiyyi tekhnolohiyyi tochnoho zemlerobstva na osushuvanykh zemlyakh Ukrainy [Methodological recommendations for the implementation of precision farming technology on drained lands of Ukraine]*. Kyiv [in Ukrainian].
7. Sliusar, I.T. (2019). Metodolohichni osoblyvosti rozrakhunkiv doz dobryv u sivozmini na osushuvanykh orhanohennykh gruntakh [Methodological features of calculating fertilizer doses in crop rotation on drained organic soils]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 9 (798), 72–79. DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201909-11> [in Ukrainian].
8. Sliusar, I.T., Kaminskyi, V.F., Solianyk, O.P. & Serbeniuk, V.O. (2020). Produktyvniest silskohospodarskykh kultur zalezho vid rivnia yikh udobrennia na drenovanykh orhanohennykh gruntakh [Productivity of agricultural crops depending on the level of their fertilization on drained organic soils]. *Visnyk ahrarynoi nauky – Bulletin of Agricultural Science*, 11 (812), 5–15. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202011-01> [in Ukrainian].
9. Sliusar, I.T., Tkachov, O.I., Teplinskyi, M.H. & Solianyk, O.P. (2007). Udobrennia luchnykh travosumishok zalezho vid zabezpechenosti torfovshch pozhyvnymy rechovynamy [Fertilization of meadow grass mixtures depending on the supply of peat moss with nutrients]. *Zbirnyk naukovykh prats' «IZ NAAN» – Collection of scientific papers «IZ NAAN»*, 5, 60–66 [in Ukrainian].
10. Sliusar, I.T., Serbeniuk, V.O., Hera, O.M. et al. (2015). *Stvorennia ekolohichno bezpechnoi tekhnolohii vyroshchuvannia riznostyhykh travosumishi zalezho vid udobrennia ta tryvalosti yikh vykorystannia: rekomendatsiyyi [Creation of ecologically safe technology for cultivation of various grass mixtures depending on the fertilizer and the duration of their use: recommendations]*. Kyiv [in Ukrainian].
11. Sliusar, I.T. (2016). Vplyv osushuvanykh melioratsii na transformatsiiu orhanohennykh gruntiv [The influence of drainage reclamation on the transformation of organic soils]. *Posibnyk Ukrainського khliboroba, Ukrainyski chornozem na pochatku tretogo tysiacholittia [Handbook of the Ukrainian farmer, Ukrainian chernozem at the beginning of the third millennium]*. (pp. 295–305). Kyiv [in Ukrainian].
12. Lisoval, A.P., Davydenko, U.M. & Moiseienko, B.N. (1999). *Ahrokhimiia. Laboratornyi praktykum [Agrochemistry. Laboratory practice]*. Kyiv [in Ukrainian].
13. Serbeniuk, V.O. & Oliinyk, A.V. (2021). Osoblyvosti bezpechnoho vykorystannia staroornykh drenovanykh torfovykh gruntiv Lisostepu [Features of the safe use of old arable drained peat soils of the Forest-Steppe]. *Resursozberihaiuchi tekhnolohii vyroshchuvannia kulturynykh roslin: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii [Resource-saving technologies of cultivation of cultivated plants: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference]*. (pp. 33–37). Bila Tserkva [in Ukrainian].
14. Serbeniuk, V.O., Tarasenko, O.A. & Serbeniuk, H.A. (2022). Pryrodokhoronna zdatsnit posiviv bahatorichnykh trav za orhanichnoho vyrobnytstva na drenovanykh orhanohennykh gruntakh [Environmental protection ability of crops of perennial grasses under organic cultivation on drained organic soils]. *Ekolohobezpechni tekhnolohii v roslinnytvstvi v umovakh voiennoho stanu: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsiia [Environmentally safe technologies in plant breeding under martial law: materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]*. (pp. 120–123). Kyiv-Skyra [in Ukrainian].
15. Ryzhuk, S.M. & Sliusar, I.T. (2006). *Ahroekolohichni osnovy efektyvnoho vyroshchuvannia osushuvanykh gruntiv Polissia i Lisostepu Ukrainy: monohrafiia [Acroecological basis of effective cultivation of drained soils of Polissia and Forest-Steppe of Ukraine: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
16. Sliusar, I.T., Solianyk, O.P., Serbeniuk, V.O. et al. (2017). *Sinokosy i pasovyshcha na osushuvanykh zemliakh: monohrafiia [Hayfields and pastures on drained lands: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
17. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P. & Kokovikhin, S.V. (2013). *Statystychnyi analiz rezultativ polovykh doslidiv u zemlerobstvi [Statistical analysis of the results of field experiments in agriculture]*. Kyiv [in Ukrainian].
18. Yeshchenko, P.O. (Ed.), Kopytko, P.H., Opryshko, V.P. & Kostohryz, P.V. (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii: pidruchnyk [Basics of scientific research in agronomy: textbook]*. Kyiv [in Ukrainian].
19. Yatsyk, A.V. (2001). *Ekolohichna bezpeka v Ukraini: monohrafiia [Environmental safety in Ukraine: monograph]*. Kyiv [in Ukrainian].
20. Yatsyk, A.V. (2004). *Vodohospodarska ekolohiia: monohrafiia [Water management ecology: monograph]*. (Vol. 4). Kyiv [in Ukrainian].

Стаття надійшла до редакції журналу 22.01.2023