



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.8:631.81.033:633.11
(447.81)
© 2021

ВИНОС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ ЗАЛЕЖНО ВІД УДОБРЕННЯ І ВАПНУВАННЯ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

В.М. Польовий¹, Л.А. Яценко², Н.О. Ювчик³

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

²кандидат сільськогосподарських наук

Інститут сільського господарства Західного Полісся НААН

вул. Рівненська, 5, с. Шубків Рівненського р-ну Рівненської обл., 35325, Україна

e-mail: ¹⁻³rivne_apv@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-3133-9803, ²0000-0003-1407-0133, ³0000-0001-5629-0201

Надійшла 11.02.2021

Мета. Визначити вміст і величину накопичення азоту, фосфору та калію, уточнити нормативні показники виносу елементів на формування одиниць основної і побічної продукції пшениці озимої залежно від удобрення і вапнування дерново-підзолистого зв'язано-піщаного ґрунту. **Методи.** Польові, агрохімічні, статистичні. **Результати.** Післядія внесення вапнякових матеріалів за систематичного застосування мінеральних добрив ($N_{120}P_{60}K_{90}$) сприяє підвищенню урожайності зерна пшениці озимої на 0,6–1,35 т/га порівняно з мінеральним живленням та формуванню співвідношення основної продукції до побічної на рівні 1,09–1,16. Найвищими показниками вмісту як у зерні, так і в соломі вирізнявся варіант сумісного застосування 3,8 т/га доломітового борошна, $N_{120}P_{60}K_{90}$ із додаванням S_{40} і 2-разовим підживленням мікродобривом Нутрівант Плюс зерновий (2 кг/га). Відповідно до систем удобрення величина господарського виносу варіювала для азоту в межах 84,9–130,0 кг/га, фосфору – 32,3–52,9 кг/га, калію – 49,5–85,4 кг/га. Отримані величини дали можливість провести уточнення даних щодо витрати елементів на 1 т зерна і відповідну кількість соломи, які за результатами досліджень становлять 31,9–34,0 кг азоту, 11,2–13,7 кг фосфору і 19,1–22,2 кг калію. Оскільки побічна продукція не відчужувалася, за використання в досліді соломи на удобрення в ґрунт у середньому поверталось 5,4 кг/т азоту, 3,0 кг/т фосфору та 12,4 кг/т калію, які після мінералізації можуть бути використані для живлення наступних культур сівозміни. **Висновки.** Вміст основних елементів живлення в урожаї пшениці озимої у більшій мірі змінювався від удобрення, ніж норми вапнякового матеріалу. Особливо це стосується вмісту азоту в зерні та калію у соломі. Збільшення норми доломітового борошна із 3,8 т/га до

5,7 т/га істотно не вплинуло на надходження елементів до рослин. Найвищу врожайність зерна пшениці озимої на рівні 3,85 т/га та 4,47 т/га соломи отримано за внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$ у комплексі з доломітовим борошном у нормі 1 Нг (3,8 т/га) та додаванням S_{40} і мікроелементів. Поліпшення умов живлення рослин на дерново-підзолистому ґрунті за рахунок удобрення і валпнування достовірно вплинуло на показники господарського та нормативного виносу азоту, фосфору й калію. У господарському виносі вилучення зерном азоту (37,1 – 105,9 кг/га) і фосфору (12,1 – 38,1 кг/га) та соломою калію (21,8 – 58,8 кг/га) становить найбільшу частку. Максимальні показники виносу елементів живлення спостерігали у варіанті найвищої врожайності. Отримані експериментальні дані дали можливість уточнити показники виносу поживних речовин на одиницю врожаю. Оскільки солома повертається у ґрунт, інтерес викликають нормативні показники у розрахунку на 1 т основної продукції, які у досліді становили для азоту 25,4 – 27,5 кг, фосфору – 8,3 – 9,9 кг і калію – 5,2 – 6,9 кг.

Ключові слова: вапнякові матеріали, мінеральні добрива, урожайність, зерно, солома, азот, фосфор, калій.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-01>

Середній рівень урожайності сільсько-господарських культур у сучасних умовах становить 70–80% від потенціалу. Для отримання вищого результату потрібен системний підхід до управління продуктивністю на основі кількісного визначення реакції врожаю на поживні речовини, що базується на вимогах до поживних речовин культур і динамічних умовах навколишнього середовища [1]. Результати досліджень особливостей кругообігу елементів живлення в системі ґрунт–рослина–добриво слугують науковою основою для розробки раціональних систем удобрення сільсько-господарських культур [2]. Водночас кількісні та якісні показники цього кругообігу залежать від численних факторів, серед яких слід виділити зональні особливості ґрунтово-кліматичних умов, рівень удобрення та агротехнології вирощування культур [3, 4]. Упродовж останніх 10–15 років процеси інтеграції землеробства супроводжуються істотними змінами зазначених чинників, що зумовлює необхідність уточнення вихідних параметрів для об'єктивної оцінки балансу елементів живлення та досконалості систем удобрення культур за умови відтворення родючості ґрунтів [4, 5].

Основою для визначення витратної частини балансу слугує вміст і винос поживних

речовин культурою. Висока варіабельність даних щодо винесення таких елементів потребує їх уточнення для використання. Тому необхідно провести дослідження оптимального вмісту елементів живлення у зерні та соломі пшениці озимої за конкретних умов вирощування [6, 7].

Мета досліджень — виявити специфіку надходження основних елементів живлення до рослин пшениці озимої залежно від удобрення за післядії різних доз і форм хімічних меліорантів на дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті Західного Полісся.

Матеріали і методи досліджень. Польові дослідження проводили у стаціонарному досліді Інституту сільського господарства Західного Полісся НААН. Досліджувана культура — пшениця озима, яку вирощували у 2017–2019 рр. на дерново-підзолистому зв'язно-піщаному ґрунті у II ротачії сівозміни: пшениця озима, кукурудза на зерно, ячмінь ярий, ріпак озимий. Площа посівної ділянки — 99 м², облікової — 50 м², повторність — 3-разова, розміщення — послідовне. Технологія вирощування — загальноприйнята для зони Полісся.

Мінеральні добрива $N_{120}P_{60}K_{90}$ вносили відповідно до схеми досліді у формі аміачної селітри, амофосу, калію хлористого. Норму хімічних меліорантів визначали за

величиною гідролітичної кислотності ґрунту (Нг) і вносили у 2011 р. перед закладанням стаціонарного досліджу. У фізичній масі оди-нарній нормі (1 Нг) відповідає 4,6 т/га вапнякового та 3,8 т/га доломітового борошна. Азотні (N_{30}), фосфорні, калійні та сірчані (S_{40}) добрива вносили в основне удобрення. Упродовж вегетації пшениці озимой її підживлювали азотом у дозі N_{60} у період весняного куцнення і N_{30} на початку виходу в трубку. Для позакореневого підживлення мікроелементами (МЕ) використовували мікродобри-во Нутривант Плюс зерновий (2 кг/га) у відповідні фази.

Аналіз рослинного матеріалу у повітряно-сухому стані на вміст елементів живлен-ня після мокрого озолення за К'ельдалем проводили такими методами: уміст азоту визначали за допомогою реактиву Несслера, фосфор — фотометрично, калій мето-дом полуменевої фотометрії.

Результати досліджень. Ступінь досто-вірності результатів дослідження кругообігу і балансу елементів живлення у землероб-стві насамперед залежить від точності вста-новлених обсягів, їх відчуження із ґрунту та надходження. Для розрахунку витрат елементів живлення на формування то-варної і побічної продукції користуються показниками їхнього вмісту в ній і величи-ною врожайності [8, 9]. Усереднені довідкові дані щодо вмісту елементів у вирощеному врожаї для встановлення виносу з ґрунту можуть істотно різнитися і впливати на до-стовірність розрахунків.

Результати досліджень показали, що вміст елементів живлення як у зерні, так і в соломі пшениці озимой істотно змінювався під дією вапнування й удобрення (табл. 1).

Найнижчим за всіма елементами він був у варіанті без добрив. Внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$, особливо в комплексі з вапнуванням, сприя-ло підвищенню вмісту поживних речовин у зерні на 0,05–0,1% порівняно з контро-лем. Істотніші зміни вмісту відзначено за доповнення системи удобрення S_{40} та $S_{40} +$ мікроелементи: 0,14–0,21% по азоту, 0,13–0,16% по фосфору, 0,11–0,17% аб-солютних величин по калію. Збільшення кількості доломітового борошна до 5,7 т/га істотно не вплинуло на вміст основних еле-ментів у зерні порівняно з нормою 3,8 т/га.

Солома пшениці озимой характеризува-лась іншими, порівняно із зерном, законо-мірностями зміни вмісту елементів живлен-ня. Найвищий вміст азоту і фосфору — 0,68 і 0,36% відповідно — спостерігався на фоні $N_{120}P_{60}K_{90}$. Хімічна меліорація ґрунту спричи-нила деяке зниження їх кількості у соломі, тоді як вміст калію, навпаки, збільшився і досяг максимального значення 1,39% у ва-ріанті $N_{120}P_{60}K_{90} + 1,0$ Нг норма $CaMg(CO_3)_2 + S_{40} +$ мікроелементи. Важливо відмітити, що збільшення норми доломітового борош-на до 1,5 Нг норми істотно не вплинуло на вміст основних елементів як у зерні, так і в соломі порівняно з 1,0 Нг нормою. Отже, відмінність отриманих у досліді даних від середніх, наведених у спеціальній літерату-рі [10], вказує на необхідність періодичного

1. Вміст елементів живлення в рослинах пшениці озимой залежно від удобрення та вапну-вання, середнє за 2017–2019 рр., % на суху речовину

Удобрення	Зерно			Солома		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив — контроль	2,54	0,83	0,52	0,49	0,21	1,07
$N_{120}P_{60}K_{90}$ — фон	2,58	0,86	0,55	0,68	0,36	1,19
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,9 т/га)	2,61	0,88	0,58	0,58	0,33	1,24
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (3,8 т/га)	2,64	0,94	0,61	0,54	0,27	1,29
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (3,8 т/га) + S_{40}	2,68	0,96	0,63	0,56	0,32	1,35
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (3,8 т/га) + S_{40} +МЕ	2,75	0,99	0,69	0,57	0,35	1,39
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (5,7 т/га)	2,62	0,91	0,62	0,52	0,26	1,17
Фон + $CaCO_3$ (4,6 т/га)	2,72	0,90	0,60	0,51	0,30	1,21

оновлення останніх, особливо за конкретизації умов вирощування.

Величина сумарного відчуження елементів живлення з ґрунту насамперед визначається врожайністю основної і побічної продукції. Дерново-підзолисті ґрунти, які домінують у Західному Поліссі, характеризуються низькою природною родючістю [11, 12]. Отримані результати засвідчили, що без внесення меліорантів і мінеральних добрив урожайність зерна пшениці озимої становила лише 1,46 т/га (табл. 2). За внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$ вона збільшувалася до 2,50 т/га, тобто рівня, який на чорноземних ґрунтах часто отримують без удобрення [13, 14]. Отже, покращення лише мінерального живлення є недостатнім заходом для конкурентоспроможного вирощування пшениці озимої на дерново-підзолистих ґрунтах, які переважно належать до кислих за реакцією ґрунтового розчину [15, 16].

Лише сумісне застосування добрив і хімічних меліорантів забезпечило стрімке підвищення врожайності у досліді. За удобрення $N_{120}P_{60}K_{90}$ на післядії вапнування 1,9; 3,8; 5,7 т/га доломітового борошна врожайність відповідно становила 3,10; 3,46 і 3,80 т/га. Найвищою — 3,85 т/га — вона була за комплексного внесення 1,0 Нг норми доломітового борошна та $N_{120}P_{60}K_{90} + S_{40} + 2$ -разове позакореневе підживлення мікроелементами.

Для порівняння ефективності дії хімічних меліорантів у схему досліді включено варі-

ант із внесенням 4,6 т/га $CaCO_3$. Отримані дані показали врожайність зерна вищу на 5,81% за застосування доломітового борошна, що, імовірно, пов'язано з наявністю в ньому, крім кальцію, також і магнію, який, як правило, є дефіцитним на легких ґрунтах.

Значна кількість елементів живлення відчужується з ґрунту на формування побічної рослинницької продукції. Точне встановлення її виходу та вмісту елементів у ній істотно впливають на об'єктивність показників господарського виносу та балансу загалом. Результати досліджень засвідчили, що врожайність соломи змінювалась із тією самою закономірністю, що й зерна, і найвищою — 4,47 т/га — була за внесення на фоні 1,0 Нг дози доломітового борошна та $N_{120}P_{60}K_{90} + S_{40} +$ мікроелементи.

Вихід побічної продукції з одиниці площі часто визначається не способом її прямого обліку, а співвідношенням з основною, яке може змінюватись у широких межах залежно від технології та умов вирощування сільськогосподарських культур. Результати наших досліджень показали, що у варіантах без добрив та за внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$ спостерігалось найширше — 1:1,4 і 1:1,3 відповідно — співвідношення між зерном і соломою пшениці озимої. Застосування добрив та вапнякових матеріалів незалежно від досліджуваних видів і норм меліорантів сприяло звуженню співвідношення до 1:1,1–1:1,2.

Винос елементів живлення врожайми сільськогосподарських культур належить

2. Урожайність пшениці озимої залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017–2019 рр.

Удобрення	Урожайність, т/га		Відношення зерно:солома
	зерно	солома	
Без добрив — контроль	1,46	2,04	1,40
$N_{120}P_{60}K_{90}$ — фон	2,50	3,30	1,32
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (1,9 т/га)	3,10	3,38	1,09
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (3,8 т/га)	3,46	3,88	1,12
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (3,8 т/га) + S_{40}	3,66	4,21	1,15
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (3,8 т/га) + S_{40} +ME	3,85	4,47	1,16
Фон + $CaMg(CO_3)_2$ (5,7 т/га)	3,80	4,14	1,09
Фон + $CaCO_3$ (4,6 т/га)	3,27	3,60	1,10
HIP_{05} , т/га	0,16	0,29	—

до найважливіших агроекологічних показників, насамперед тому, що є важливою статтею їх балансу і одним із критеріїв оцінки ступеня виснаження ними ґрунту. Проведені розрахунки показали, що винос азоту врожаєм зерна пшениці озимого на контролі без добрив становив 37,1 кг/га, а за внесення $N_{120}P_{60}K_{90}$ підвищувався більше ніж у 1,5 раза (табл. 3). За внесення добрив у комплексі з вапнуванням ґрунту він зростав до 80,9–105,9 кг/га. Відчуження фосфору із зерном при цьому варіювало в інтервалі 21,5–38,1 кг/га, а калію — 13,8–26,6 кг/га. Закономірно, що максимальні значення цих показників спостерігались у варіанті з найвищою врожайністю.

У сучасному землеробстві майже всю побічну рослинницьку продукцію не відчужують із полів. Тому вона стала надзвичайно важливим чинником, від якого залежить активність і спрямованість мікробіологічних процесів у ґрунтах, формування їх гумусового стану, поживного режиму та інших властивостей. Це підвищує актуальність досліджень, пов'язаних із обліком, оцінкою якості та управлінням застосування побічної продукції.

За надходження побічної продукції в ґрунт повертається частина елементів жив-

лення винесених рослинами, що зменшує величину господарського виносу і тому потребує точного визначення її кількості.

Як видно з наведених даних, винос азоту, фосфору і калію з соломою пшениці у варіантах дослідів змінювався в межах 10,0–24,1 кг/га, 4,3–14,8 і 21,8–58,8 кг/га відповідно. Максимальні значення величини виносу із соломою кожного з елементів спостерігались за внесення $N_{120}P_{60}K_{90} + S_{40}$ + мікроелементи на фоні застосування 1,0 Нг норми доломітового борошна. За такого удобрення встановлено і найбільший господарський винос азоту, фосфору і калію пшеницею озимого, який склав 130,0 кг/га 52,9 і 85,4 кг/га відповідно.

Пшениця озима, своєю чергою, використовувала для живлення елементи, які містились у побічній продукції попередників. Таким чином, заорювання побічної продукції рослинництва вносить істотні зміни у процеси кругообігу елементів, формування їхнього балансу в ґрунті, що зумовлює необхідність врахування цих чинників у процесі проєктування систем удобрення сільськогосподарських культур.

За спрощеного підходу до визначення виносу елементів живлення з ґрунту врожайми сільськогосподарських культур

3. Винос елементів живлення урожаєм пшениці озимого залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017–2019 рр., кг/га

Удобрення	Основна продукція			Побічна продукція			Господарський винос		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив — контроль	37,1	12,1	7,6	10,0	4,3	21,8	47,1	16,4	29,4
$N_{120}P_{60}K_{90}$ — фон	64,5	21,5	13,8	20,4	10,8	35,7	84,9	32,3	49,5
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,9 т/га)	80,9	27,3	18,0	19,8	11,3	42,3	100,7	38,5	60,3
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (3,8 т/га)	91,3	32,5	21,1	20,6	10,3	49,1	111,9	42,8	70,3
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (3,8 т/га) + S ₄₀	98,1	35,1	23,1	22,6	12,9	54,4	120,7	48,0	77,5
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (3,8 т/га) + S ₄₀ +ME	105,9	38,1	26,6	24,1	14,8	58,8	130,0	52,9	85,4
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (5,7 т/га)	99,6	34,6	23,6	21,7	10,9	48,9	121,3	45,4	72,5
Фон + CaCO ₃ (4,6 т/га)	88,9	29,4	19,6	18,4	10,8	43,6	107,3	40,2	63,2

4. Нормативні показники виносу елементів живлення на формування одиниці продукції пшениці озимої залежно від удобрення та вапнування, середнє за 2017–2019 рр., кг/т

Удобрення	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Без добрив — контроль	32,2*	11,2	20,2
	25,4**	8,3	5,2
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₉₀ — фон	34,0	12,9	19,8
	25,8	8,6	5,5
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (1,9 т/га)	32,5	12,4	19,4
	26,1	8,8	5,8
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (3,8 т/га)	32,4	12,4	20,3
	26,4	9,4	6,1
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (3,8 т/га) + S ₄₀	33,0	13,1	21,2
	26,8	9,6	6,3
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (3,8 т/га) + S ₄₀ +ME	33,8	13,7	22,2
	27,5	9,9	6,9
Фон + CaMg(CO ₃) ₂ (5,7 т/га)	31,9	12,0	19,1
	26,2	9,1	6,2
Фон + CaCO ₃ (4,6 т/га)	32,8	12,3	19,3
	27,2	9,0	6,0

Примітка. *Чисельник — на 1 т зерна і відповідну кількість соломи; **знаменник — на 1 т зерна.

користуються літературними даними їх витрат на 1 т урожаю [7, 10]. Отримані експериментальні дані врожайності основної і побічної продукції та накопичення азоту, фосфору і калію в органах рослин дають можливість уточнити показники виносу поживних речовин на одиницю врожаю (табл. 4).

У розрахунку на 1 т зерна і відповідну кількість соломи з ґрунту виносилось 1,9–34,0 кг азоту, 11,2–13,7 кг фосфору і 19,1–22,2 кг калію. За використання побічної рослинницької продукції на удобрення винесені нею елементи живлення повертаються до ґрунту, тому в розрахунках балансів доцільно враховувати лише їхній винос основною продукцією.

За результатами досліджень винос азоту, фосфору і калію на 1 т зерна пшениці озимої в розрізі варіантів досліду змінювався в межах 25,4–27,5 кг, 8,3–9,9, 5,2–6,9 кг відповідно. У найбільш інтенсивному за удобренням варіанті N₁₂₀P₆₀K₉₀ + S₄₀ + мікроелементи на фоні 1,0 Нг норми доломітового борошна винос як на 1 т зерна і відповідну кількість соломи, так і на 1 т зерна був найвищим і становив 33,8 і 27,5 кг N, 13,7 і 9,9 P₂O₅, 22,2 і 6,9 K₂O кг відповідно. За використання у досліді соломи на удобрення в ґрунт поверталось у середньому 5,4 кг/т азоту, 3,0 кг/т фосфору, 12,4 кг/т калію, які після мінералізації можуть бути використані для живлення наступними культурами сівозміни.

Висновки

Вміст основних елементів живлення в урожаї пшениці озимої більшою мірою змінювався від удобрення, ніж норми вапнякового матеріалу. Особливо це стосується вмісту азоту у зерні та калію у соломі. Збільшення норми доломітового борошна з 3,8 т/га до 5,7 т/га істотно не вплинуло на надходження елементів у рослини.

Найвищу врожайність зерна пшениці озимої на рівні 3,85 т/га та 4,47 т/га соломи отримано за внесення N₁₂₀P₆₀K₉₀ у комплексі з доломітовим борошном у нормі 1 Нг (3,8 т/га) та додаванням S₄₀ і мікроелементів. Поліпшення умов живлення культури на дерново-підзолистому ґрунті за рахунок удобрення і вапнування достовірно

вплинуло на показники господарського та нормативного виносу азоту, фосфору й калію. У господарському виносі вилучення зерном азоту (37,1–105,9 кг/га) і фосфору (12,1–38,1 кг/га) та соломю калію (21,8–58,8 кг/га) становить найбільшу частку. Максимальні показники виносу елементів живлення спостерігали у варіанті найвищої врожайності. Отримані експериментальні дані дали можливість

уточнити показники виносу поживних речовин на одиницю врожаю. Оскільки солома повертається у ґрунт, інтерес викликають нормативні показники у розрахунку на 1 т основної продукції, які у досліді становили для азоту 25,4–27,5 кг, фосфору 8,3–9,9 і калію 5,2–6,9 кг. Ці показники можуть бути використані для оптимізації системи живлення пшениці озимої в умовах Західного Полісся.

Poliovyi V.¹, Yashchenko L.², Yuvchuk N.³

Institute of Agriculture of Western Polissia of NAAS, 5, Rivnenska Str., Shubkiv, Rivne region, Rivne oblast, 35325, Ukraine; e-mail: ¹⁻⁴rivne_apv@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-3133-9803, ²0000-0003-1407-0133, ³0000-0001-5629-0201

Removing elements of nutrition with winter wheat depending on fertilizer and lime in Western Polissia

Goal. To determine the content and value of accumulation of nitrogen, phosphorus, and potassium, and to clarify the influence of the removal of elements on the formation of units of the basic and by-products of winter wheat depending on the fertilizing and liming the sod-podzolic bound-sandy soil.

Methods. Field, agrochemical, statistical. **Results.** Aftereffect of the introduction of limestone materials at the systematic application of mineral fertilizers (N₁₂₀P₆₀K₉₀) promotes the increase of the yield of winter wheat grain on 0,6–1,35 t/ha compared to mineral nutrition and the formation of the ratio of basic products to the side ones on the level of 1.09–1.16. The highest indicators for the content of products in grain and in straw had the variant with the joint application of 3.8 t/ha of dolomite flour, N₁₂₀P₆₀K₉₀, with the addition of S₄₀ and 2 times feeding with micro fertilizer Nutrivant Plus Grain (2 kg/ha). The value of elements' removal varied according to the fertilizer systems: for nitrogen — in the range of 84.9–130.0 kg/ha, for phosphorus — 32.3–52.9 kg/ha, for potassium — 49.5–85.4 kg/ha. The obtained values allowed to clarify data on the flow of elements per 1 ton of grain and the corresponding volume of straw, which, according to the results of research, made 31.9–34.0 kg of nitrogen, 11.2–13.7 kg of phosphorus, and 19.1–22, 2 kg of

potassium. Since the by-products did not alienate, the use of the straw made it possible to return into the soil 5.4 kg/t of nitrogen, 3.0 kg/t of phosphorus, and 12.4 kg/t of potassium, which could be used after mineralization for the nutrition of crops in further rotations. **Conclusions.** The content of basic nutrients in winter wheat harvest to a greater extent varied from fertilizer than the norms of limestone material. This is especially true of nitrogen content in grain and potassium in straw. An increase in the rate of dolomite flour from 3.8 t/ha to 5.7 t/ha did not significantly influence the arrival of elements to plants. The highest yield of winter wheat grain (3.85 t/ha) and straw (4.47 t/ha) was obtained at entering N₁₂₀P₆₀K₉₀ in a complex with dolomite flour in the dose of 1 Ng (3.8 t/ha) and the addition of S₄₀ and microelements. Improvement of plant nutrition conditions on the sod-podzolic soil by fertilizer and lime significantly influenced the performance of economic and normative removal of nitrogen, phosphorus, and potassium. The removal of nitrogen (37.1–105.9 kg/ha) and phosphorus (12.1–38.1 kg/ha) by the grain and potassium (21.8 — 58.8 kg/ha) by the straw had the largest share. The maximum removal of the elements was observed in the variant with the highest yield. The obtained experimental data allowed to specify the doses of nutrient elements per unit of the crop. Since the straw returned to the soil, it is of great interest the normative indicators per 1 ton of basic products, which in the experiment made: for nitrogen — 25.4–27.5 kg, for phosphorus — 8.3–9.9 kg, and for potassium — 5.2–6.9 kg.

Key words: limestone materials, mineral fertilizers, yield, grain, straw, nitrogen, phosphorus, potassium.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202104-01>

Бібліографія

1. *Dobermann A., Cassman K.* Plant nutrient management for enhanced productivity in intensive grain production systems of the United States and Asia. *Plant and Soil* 247. 2002. P. 153–175. doi:10.1023/A:1021197525875

2. *Польовий В.М.* Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.

3. *Лукашук Л.Я.* Інтенсифікація технології вирощування пшениці озимої – шлях до зростання

ефективності зернової галузі. *Інтенсифікація технологій — шлях до підвищення ефективності землеробства*: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернетконф. (м. Рівне, 20 грудня 2012 р.). Рівне: 2012. С. 7–12. URL: http://www.isg.rv.ua/images/files/Konference_2012_12_20.pdf.

4. Балюк С.А., Носко Б.С., Шимель В.В. та ін. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2019. №3. С.12–19. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201903-02>.

5. Оптимізація удобрення та родючості ґрунту в сівозмінах; за ред. А.С. Заришняка. Київ: Аграрна наука, 2015. 208 с.

6. Господаренко Г.М., Черно О.Д., Любич В.В. Засвоєння основних елементів живлення з ґрунту й мінеральних добрив пшеницею озимою на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Вип. 3. 2020. С. 35–44 doi:10.31521/2313-092X/2020-3(107).

7. Tyler G., Olsson T. Plant uptake of major and minor mineral elements as influenced by soil acidity and liming. *Plant and Soil*. 2001. V. 230. P. 307–321 doi: 10.1023/A:1010314400976

8. Іваніна Р.В. Винос та баланс елементів живлення в зернових ланках сівозміни за різних систем удобрення *Наукові доповіді НУБіП України*. 2019. № 6 (82) doi:10.31548/dopovidi2019.06.011

9. Греков В.О., Дацько Л.В., Жилкін В.А. та ін. Методичні вказівки з охорони ґрунтів. Київ. 2011. 108 с.

10. Балюк С.А., Греков В.О., Лісовий М.В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. Харків: КП «Міська друкарня», 2011. 30 с.

11. Польовий В.М., Лаврук М.М., Кулик С.М. Диференціація фізико-хімічних показників і

продуктивності дерново-підзолистого ґрунту внаслідок тривалого застосування різних систем удобрення і доз вапна. *Вісник аграрної науки*. 2018. №5 (782). С. 12–17. doi:10.31073/agrovisnyk201805-02

12. Пашкова М.В. Продуктивність пшениці озимої на осушуваних дерново-підзолистих ґрунтах Волинського Полісся залежно від систем удобрення та температурного режиму. *Меліорація і водне господарство*. 2019. №1. С. 61–66. doi:10.31073/mivg201901-168

13. Господаренко Г.М., Єщенко Н.Б. Урожайність пшениці озимої на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу залежно від різних видів і норм добрив та їх окупність: зб. наук. праць Уманського національного університету садівництва. Умань: Агрономія. 2013. Вип. 82. Ч.1. С. 8–14.

14. Галиш Ф.С. Удобрення пшениці озимої в Західному Лісостепу. Зб. наук. праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН». 2007. Вип. 3–4. С. 16–21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpzeml_2007_3-4_5.

15. Польовий В. М., Лукашук Л. Я., Лаврук М. М. Реакція пшениці озимої на удобрення залежно від кислотності дерново-підзолистого ґрунту *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 18–21. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vaan_2012_12_5.

16. Савчук О.І., Гуреля В.В., Мельничук А.О. та ін. Особливості землекористування сільськогосподарських угідь зони Полісся в умовах змін клімату. *Сучасний стан і перспективи ефективного використання земельних ресурсів Полісся: матеріали науково-практичної конференції* (м. Житомир, 19 травня 2018 р.). Житомир: Видво ЕЦ «Укрекобіокон», 2018. С. 115–119. URL: www.iogu.gov.ua/wp-content/uploads/2019/05/ЗБІРНИК-СТАТЕЙ-ІСГП-2018.pdf.