



# Землеробство

УДК 631.62:631.8:631.622  
(477.42)

Г. М. Кочик,

А. О. Мельничук,

кандидати  
сільськогосподарських наук,

Г. А. Кучер

Інститут сільського  
господарства Полісся НААН

## ВТРАТИ МІНЕРАЛЬНИХ СПОЛУК БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА МЕЖІ КОРЕНЕВМІСНОГО ШАРУ ВНАСЛІДОК ІНФІЛЬТРАЦІЇ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ З ОСУШУВАНОВОГО ДЕРНОВО- ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ

*Вступ.* Важливим є пошук шляхів, що запобігають невиробничим втратам біогенних елементів, а коефіцієнти використання поживних речовин ґрунту і добрив культурними рослинами наближають до максимальних рівнів. *Мета.* Визначити кількісні втрати хімічних елементів живлення внаслідок інфільтрації атмосферних опадів на осушуваному дерново-підзолистому ґрунті залежно від систем удобрення в інтенсивній короткорокатійній сівозміні. *Методи.* Лізиметричний, лабораторно-аналітичний.

літичний, порівняння, системного аналізу. *Результати.* Визначено обсяги вертикальної інфільтрації опадів у осушуваному дерново-підзолистому ґрунті. Оцінено кількісні втрати біогенних елементів з інфільтраційними водами на осушуваному дерново-підзолистому ґрунті залежно від систем удобрення. Встановлено, що за зимово-ранньовесняний період (грудень-березень) залежно від систем удобрення втрати азоту становили 10,1-25,8 кг/га, калію — 0,6-2,1 кг/га, кальцію — 15,4-34,4 кг/га, магнію — 2,5-19,0 кг/га. Встановлено закономірності міграції вологи і біогенних елементів за межі кореневмісного шару осушуваного ґрунту залежно від різних систем удобрення. На удобрених варіантах втрати елементів живлення від вимивання збільшуються в 1,7-2,4 рази порівняно з фоном природної родючості, що свідчить про активні процеси вимивання біогенних елементів із внесених добрив *Висновки.* У технологічному процесі вирощування сої на осушуваному ґрунті оптимізація водно-повітряного, поживного режимів і сівозмінного фактору є визначальним в отриманні її врожайності.

*Ключові слова:* лізиметричний дослід, осушуваний дерново-підзолистий супіщаний ґрунт, опади, біогенні елементи, процеси вимивання, системи удобрення.

**Постановка проблеми.** За інтенсивного використання осушуваних земель збільшується вихід продукції за рахунок ефективних засобів виробництва, додаткових енергетичних та фінансових вкладень, спрямованих на впровадження досягнень науки, прогресивної техніки і технологій, що зумовлюють зростання врожайності культур. З іншої сторони інтенсивне землеробство на осушуваних землях робить його екологічно нестабільним [1]. Сталий розвиток осушуваних земель вимагає особливої уваги до екологічних складових цієї території і передбачає застосування системи заходів, спрямованих на корінне поліпшення природних особливостей осушуваних земельних угідь з метою покращення їх родючості за рахунок створення оптимальних водно-повітряних умов [2,3].

На осушуваних дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу досить поширена деградація внаслідок вимивання біогенних елементів з кореневмісного шару ґрунту [4,5]. Тому питання вивчення непродуктивних втрат поживних речовин з такого ґрунту і добрив внаслідок інфільтрації атмосферних опадів є актуальним, особливо в умовах змін клімату. Враховуючи це, сучасні технології вирощування сільськогосподарських культур повинні звести до мінімуму невиробничі втрати біогенних елементів, а коефіцієнти використання поживних речовин ґрунту і добрив культурними рослинами наблизити до максимальних рівнів [6]. Тому в умовах змін клімату актуальним є пошук заходів агрохімічного і агротехнічного спрямування на зменшення вимивання агрономічно

цінних елементів з дренажними водами при сільськогосподарському використанні осушуваних ґрунтів.

**Мета досліджень.** Встановити закономірності латеральної (горизонтальної) міграції рухомих форм біогенних елементів за межі кореневмісного шару внаслідок інфільтрації атмосферних опадів на осушуваному дерново-підзолистому ґрунті залежно від систем удобрення в інтенсивній короткоротаційній сівозміні.

**Методика досліджень.** Контроль міграції вологи і біогенних елементів можливі лише за наявності експериментальної бази — стаціонарного лізиметричного устаткування. Тому експериментальні дослідження з зазначеного напрямку проводилися в Інституті сільського господарства Полісся НААН в стаціонарному досліді на балансово-лізиметричній станції. Лізиметри металеві, циліндричної форми, діаметром 100 см, заповнені монолітом ґрунту з непорушеною структурою з площею поверхні. Посівна площа лізиметричної ячейки — 0,8 м<sup>2</sup>. Ґрунт в лізиметричному досліді осушуваний дерново-підзолистий супіщаний на моренному суглинку, профіль якого складається із наступних генетичних горизонтів: HE (0-22 см) — гумусовий (орний); E(22-38) — елювіальний (підзолистий); I (38-75) — ілювіальний; Ip(75-115) — перехідний; P (113-160 см) — материнська порода. Орний шар (0-20 см) такого ґрунту характеризувався наступними агрохімічними показниками: вміст гумусу в орному шарі — 1,0% (за методом Тюріна), валового азоту — 0,065% (за методом К'ельдаля), рухомого фосфору — 14,8 і обмінного калію — 4,1 мг/100 г ґрунту (за методом Кірсанова), сума увібраних основ — 3,3 мг-екв/100г ґрунту (за методом Каппена-Гільковича), рН сольове — 5,9 (потенціометрично). Дані показують, що такий ґрунт характеризується низькою природною родючістю: має низький вміст гумусу і обмінного калію в орному шарі та середнє забезпечення фосфором. Схему внесення макро- і мікро добрив для відтворення агроекологічних функцій осушуваного ґрунту наведено в таблиці 1.

Відбір інфільтраційних вод у лізиметрах та їх кількісний облік проводили впродовж зимово-ранньовесняного періоду (грудень-березень), коли відсутній рослинний покрив на ґрунті і не відбувається випаровування вологи. Втрати біогенних елементів за межі кореневмісного шару ґрунту за кількістю профільтрованої води і концентрацією еле-

ментів у розчині визначали в 2016-2017 рр., на початку освоєння інтенсивної короткоротаційної сівозміни (кукурудза на зерно — соя — соняшник — кукурудза на зерно — люпин). В інфільтраті визначали: NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub> дисульфохеноловим методом, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, за методом Кірсанова; Ca і Mg — трилометричним методом; K<sub>2</sub>O, Na — методом полум'яної фотометрії. рН сольове — потенціометрично.

**Результати досліджень.** Для осушуваних безструктурних дерново-підзолистих ґрунтів з чітко вираженим елювіально-ілювіальним профілем характерний промивний тип водного режиму, який призводить до втрат хімічних елементів внаслідок інфільтрації атмосферних опадів крізь профіль ґрунту, що, в свою чергу, знижує родючість і забруднює довкілля. Агрокліматичні умови правобережного Полісся характеризуються достатнім природним зволоженням, однак рівень його використання рослинами обмежується високим ступенем вертикальної міграції опадів. Величина втрат біогенних елементів залежить від кількості опадів та інфільтраційної здатності ґрунту. Цьому сприяють особливості дерново-підзолистих ґрунтів: легкий гранулометричний склад, низька буферність, невисокий вміст гумусу. Особливо збільшуються втрати біогенних елементів у роки з нестабільним сніговим покривом протягом зими або з повною відсутністю снігу за періодичного відтанення та замерзання ґрунту. Тому такі ґрунти потребують захисту від внутрішньо-ґрунтового стоку. Для правильної експлуатації дренажних ґрунтів важливо знати величину вимивання водорозчинних речовин за межі кореневмісного шару ґрунту, закономірності цього процесу, що дозволить правильно вирішувати завдання його практичного регулювання, дасть можливість відшукати раціональні шляхи ефективного використання добрив, приймати рішення по запобіганню втрат поживних речовин з осушуваного ґрунту.

Результати лізиметричних спостережень слугували інформаційною основою для визначення втрат біогенних елементів за межі кореневмісного шару. В результаті наукового експерименту встановлено, що величина цих втрат залежить від кількості профільтрованої води і концентрації елементів в ґрунтового розчині. Встановлено, що в зимово-ранньовесняний період (грудень-березень) 2016-2017 рр. опадів випало 159 мм, що складає 27,4% (581 мм) від середньорічного показника. Обсяги інфільтраційної води у лізиметричних приймачах за цей період становив-

ли 88-113 мм або 55,3-71,1%, що надійшло з опадами за цей період. За цих умов запаси продуктивної вологи в осушуваному дерново-підзолистому ґрунті падають, він втрачає свою водоутримуючу здатність. У результаті вимивання втрачаються необхідні для росту та розвитку сільськогосподарських культур основні елементи живлення, що не тільки знижує продуктивність агроценозів, а й пов'язане з ризиками забруднення підґрунтових вод.

Кількісні втрати біогенних елементів за межі кореневмісного шару осушуваного ґрунту залежно від різних систем удобрення наведені в таблиці 1. Аналіз показників засвідчує, що в зимово-ранньовесняний період сумарні втрати елементів живлення з інфільтраційними водами на осушуваному дерново-підзолистому супіщаному ґрунті залежно від систем удобрення коливаються в межах 103-250 кг/га. Серед основних біогенних елементів найбільшої уваги заслуговують сполуки азоту —  $\text{NO}_3$  і  $\text{NH}_4$ , оскільки вони активно мігрують у дренажні води. В середньому загальні втрати азоту становили 18,6 кг/га і коливаються залежно від систем удобрення в межах 10,1-25,8 кг/га. Розмах варіації (коливань) втрат цього елемента у розрізі варіантів досліду становив — 15,7 кг/га, а відносно відхилення від середнього значення — відповідно 84,2 і 38,7%. Встановлено, що в середньому втрати нітратного азоту ( $\text{NO}_3$ ) становили 16,7 кг/га і коливаються в межах 9,0-22,1 кг/га, тоді як втрати аміачного азоту були незначними — в середньому 1,8 кг/га і коливались в межах — 1,1-3,7 кг/га. Нітратного азоту вимивається 83,3-87,8% від суми загального азоту, тобто

найбільш схильна до міграції з азотних добрив нітратна форма. З цього випливає, що в міру збіднення резервів ґрунтового азоту зростає потреба в азотних добривах. Втрати азоту можуть становити близько 50% від його загальної кількості, що вноситься з добривам. Слід також враховувати слабку або ж практично повну відсутність післядії азотних добрив.

У системі удобрення в одному випадку застосовували універсальне традиційне добриво аміачну селітру  $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ , в іншому випадку карбамід —  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ . Аміачна селітра за реакцією є слабокисле добриво, що піддається вимиванню, особливо на легких ґрунтах. Карбамід (сечовина) належить до найбільш концентрованих твердих азотних добрив. Експериментально встановлено, що внаслідок інфільтрації опадів втрати азоту від застосування карбаміду в якості азотного добрива були меншими (17,3-22,1 кг/га) порівняно з застосуванням аміачної селітри (20,1-25,8 кг/га), хоча за впливом на урожайність ці добрива були майже рівнозначні (див. рисунок). Такі підходи вказують на те, що в систему живлення культурних рослин можуть бути закладені два види добрив, залишається тільки розраховувати дози під власні умови полів.

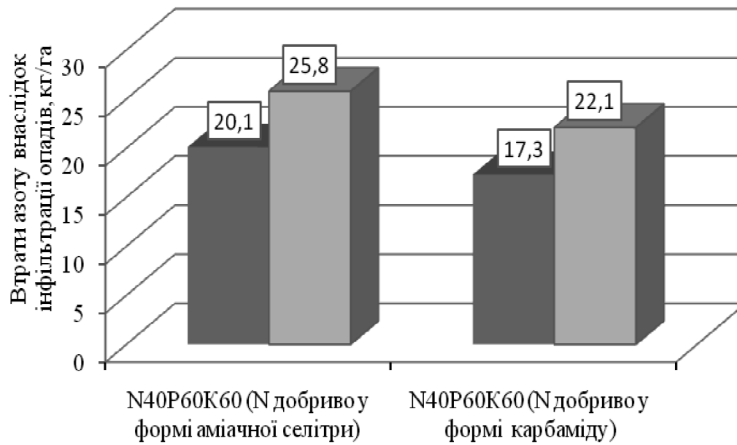
Значна частка втрат припадає на двовалентні катіони ( $\text{Ca}_2+$ ,  $\text{Mg}_2+$ ), які є достатньо лабільними. Встановлено, що кальцій вимивається за межі кореневмісного шару ґрунту 15,4-34,4 кг/га, магній — 2,5-19,0 кг/га. Тобто в більшій мірі вимивається кальцій. Винос з урожаєм кальцію та його вимивання в умовах промивного типу водного режиму спри-

### 1. Втрати біогенних елементів живлення з інфільтраційними водами з профілю осушуваного дерново-підзолистого супіщаного ґрунту в інтенсивній й короткоротаційній сівозміні залежно від систем удобрення в зимово-ранньовесняний період 2016-2017 рр., кг/га

№ з/п	Система удобрення	Азот			Ca	Mg	K	Na	Cl	SO <sub>4</sub>	HCO <sub>3</sub>	Загальні втрати
		NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	всього								
1	Без добрив - контроль № 1	9,0	1,1	10,1	15,4	2,5	0,6	9,0	7,7	15,9	41,7	102,9
2	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (N у формі аміачної селітри) + післядія 40 т/га гною	15,0	1,3	16,3	23,9	12,2	1,0	19,3	26,9	23,7	70,5	193,8
3	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (N у формі аміачної селітри) – контроль № 2	19,8	1,8	21,6	29,9	16,4	1,7	20,8	29,9	28,7	91,8	240,8
4	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (N у формі аміачної селітри) + позакореневе підживлення мікродобривом Ярило (3л/га)	17,9	2,2	20,1	19,8	15,8	1,8	21,7	27,8	35,0	99,5	241,5
5	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (N у формі карбаміду) + позакореневе підживлення мікродобривом Ярило (3л/га)	15,9	1,4	17,3	26,9	11,5	2,1	25,2	37,1	32,5	83,5	236,1
6	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (N у формі аміачної селітри) + позакореневе підживлення мікродобривом Реастим (3л/га)	22,1	3,7	25,8	34,4	22,1	0,8	22,8	31,3	37,4	75,3	249,9
7	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (N у формі карбаміду) + позакореневе підживлення мікродобривом Реастим (3л/га)	20,1	2,0	22,1	21,0	19,0	1,9	17,8	37,0	29,4	79,6	227,8
8	N <sub>40</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> під сидерат (8 т/га) + побічна продукція (14 т/га) + N <sub>20</sub> у підживлення (N у формі аміачної селітри)	13,9	1,2	15,1	19,5	5,8	1,7	18,3	25,3	17,6	75,3	178,8
	Середнє значення, кг/га	16,7	1,8	18,6	23,9	13,2	1,5	19,4	27,9	27,5	77,2	
	Середньозважений показник, кг/га											209,0
	Min, кг/га	9,0	1,1	10,1	15,4	2,5	0,6	9,0	7,7	15,9	41,7	102,9
	Max, кг/га	22,1	3,7	25,8	34,4	22,1	1,9	25,2	37,1	37,4	99,5	249,9
	Розмах варіації (коливань), кг/га	11,1	2,6	15,7	19,0	19,6	1,3	16,2	29,4	21,5	57,8	147,9

Втрати мінеральних сполук біогенних елементів за межі кореневмісного шару внаслідок інфільтрації атмосферних опадів з осушуваного дерново-підзолистого ґрунту

**Рис. Втрати азоту внаслідок інфільтрації опадів залежно від застосування азоту в формі аміачної селітри і карбаміду.**



яють підкисленню ґрунтового середовища. При цьому зростає вміст рухомого алюмінію, зменшується сума вбирних основ та погіршується комплексний склад гумусу. Це вказує на необхідність створення резерву кальцію і магнію за рахунок внесення добрив.

Втрати калію були незначні – 0,8-2,1 кг/га, оскільки він в основному міститься у вбирному комплексі ґрунту. За даними наших спостережень практично не вимивається фосфор, тому що фосфати малорозчинні і малорухливі. Сірка здатна вимиватися в нижчі горизонти, що пояснюється високою міграційною здатністю мінеральних форм сірки, представлених переважно сульфат іонами. Встановлено, що величина вимивання сірки коливається в широких межах від 13,9 до 22,1 кг/га. Тому навесні умови сіркового живлення культурних рослин значно погіршуються через вимивання мінеральних сполук цього елемента нижче зони розвитку кореневої системи. Крім того нестача сірки веде до слабшого засвоєння рослинами азоту. На удобрених варіантах концентрація сполук сірки є вдвічі більшою, ніж на неудобреному фоні. Слід зазначити, що внесення сірковмісних добрив не має довготривалої дії.

Найменші втрати біогенних елементів були на фоні що імітує фон природної родючості ґрунту (без добрив) – 102,9 кг/га. На удобрених варіантах втрати елементів живлення від вимивання збільшуються в 1,7-2,4 рази порівняно з фоном природної родючості, що свідчить про активні процеси вимивання біогенних елементів не тільки із ґрунту, а й із внесених добрив. Серед удобрених варіантів

найменші втрати азоту (15 кг/га) спостерігаються на фоні альтернативної системи удобрення (вар. 8), яка передбачає застосування побічної продукції та вирощування сидерату на фоні мінерального удобрення ( $N_{40}P_{60}K_{60}$ ). Сидеральна маса попереджає і стримує міграцію хімічних елементів по профілю ґрунту та їх втрати за його межі, що дозволяє зберігати родючість осушеного ґрунту. За такої системи удобрення показник загальних втрат біогенних елементів менший на 43% порівняно з втратами, які відмічені на фоні мінеральної системи удобрення ( $N_{40}P_{60}K_{60}$ ) – 21,6 кг/га. Застосування сидеральної маси сприяє особливо істотному зменшенню втрат азоту, що може бути потужним агроприйомом оптимізації продукційного процесу і матиме післядію на врожайність наступної культури в сівозміні. На фоні традиційної системи удобрення вимивається біогенних елементів менше (194 кг/га), ніж на фоні мінеральної системи удобрення (241-228 кг/га), оскільки стримувальна здатність органічної речовини в декілька разів більша ніж у мінеральної фракції.

Кількісні втрати хімічних елементів живлення внаслідок інфільтрації на осушеному дерново-підзолистому супіщаному ґрунті, залежно від різних систем удобрення, будуть взяті за основу при розрахунку балансу поживних речовин у сучасній інтенсивній короткоротаційній сівозміні, яка передбачає вирощування комерційно привабливих культур і рослинницький напрямок спеціалізації, при плануванні норм і співвідношень добрив, які вносяться під сільськогосподарські культури.

## ВИСНОВКИ

Аналізуючи результати досліджень, можна констатувати, що осушувані дерново-підзолисті ґрунти через генетично успадковані особливості гранулометричного складу характеризуються рядом негативних фізичних властивостей, серед яких особливо небезпечними є несприятливе співвідношення водопроникної та водоутримуючої здатності, тобто характеризуються високим ступенем вимивання значної кількості солей, частина яких є поживними речовинами для рослин. За таких обставин існують ризики забруднення ґрунтових вод і тому такі ґрунти потребують захисту від внутрішньо-ґрунтового стоку. На початку освоєння інтенсивної короткочотайової сівозміни (кукурудза на зерно – соя – соняшник – кукурудза на зерно – люпин) втрати нітратного азоту на удобреному фоні сягають 13,9-22,1 кг/га, кальцію – 19,5-34,4 кг/га, магнію – 5,8-22,1 кг/га. Інтенсивність втрат біогенних елементів залежить не тільки

від генетичних особливостей ґрунту, а й в значній мірі від внесених добрив.

Зональні технології вирощування сільськогосподарських культур в сівозмінах повинні сприяти зменшенню втрат біогенних елементів. Основною умовою поліпшення властивостей осушуваного дерново-підзолистого ґрунту є створення позитивного балансу гумусу і насичення вбирного комплексу двовалентними катіонами, зокрема кальцієм, що досягається при сумісному застосуванні добрив і меліорантів. Мінеральну систему удобрення доцільно доповнювати проміжною сидерацією у вигляді люпину вузьколистого, оскільки сидеральна маса тимчасово зв'яже мінеральний азот, і вберіає його від вимивання.

Кількісна оцінка інфільтрації опадів і вимивання з ними біогенних елементів є основою оптимізації систем удобрення з одночасним зниженням екологічного навантаження на навколишнє середовище.

## БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бобрицкая М.А. Потери азота и других элементов при выщелачивании из слабооккультурированной дерново-подзолистой почвы / М.А. Бобрицкая // Баланс азота в дерново-подзолистых почвах. - М., 1966. - С. 18-22.
2. Патыка Н.В., Бердников А.М., Патыка В.Ф. Миграция питательных элементов и гумуса подзолистой почвы в условиях длительных лизиметрических опытов // Агрохимия и ґрунтознавство. - Х.: ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», 2009. - Вип. 2. - С.81-84.
3. Аринушкина Е.Н. Руководство по химическому анализу почв / Е.Н. Аринушкина. - [2-е изд.]. - М.: Изд-во МГУ, 1970. - 487 с.
4. Мазур Г.А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів: Монографія / Г.А. Мазур. - К.: Аграрна наука, 2008. - 308 с.
5. Рижук С. М. Мінеральні перезволожені ґрунти та їхня комплексна меліорація / С. М. Рижук, Д. А. Тютюнник – К.: Аграрна наука, 2003. – 280 с.
6. Рижук С.М. Агроекологічні основи ефективного використання осушуваних ґрунтів Полісся і Лісостепу України /С.М. Рижук, І.Т. Слюсар. – К.: Аграрна наука, 2006. – 424 с.