

## ОСОБЛИВОСТІ БАЛАНСУ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ПІД ХМЕЛЕНАСАДЖЕННЯМИ

**ЗАЛЕВСЬКИЙ Р.А.** – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0003-3704-3998>

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

**ІЛЬІНСЬКИЙ Ю.М.** – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0002-5301-6714>

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

**ПАСІЧНИК І.О.** – кандидат сільськогосподарських наук

<https://orcid.org/0000-0001-5361-2375>

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

**ІВАНЦОВ П.Д.** – викладач вищої категорії

<https://orcid.org/0000-0003-1424-1211>

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

**Постановка проблеми.** Як відомо, природні екосистеми мають здатність до саморегулювання і само-репродукції, агроекосистеми зазнають штучного впливу внаслідок застосування органічних і мінеральних добрив та різних прийомів обробітку. Задля отримання високого рівня урожайності сільськогосподарських культур 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 у системі ґрунт – рослина – добриво слугують науковою основою для розроблення раціональних систем удобрення сільськогосподарських культур [2; 6]. 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; 9]. Тому баланс елементів живлення є одним із основних методів контролю за їхнім кругообігом, підставою для планування обсягів виробництва і розроблення заходів, спрямованих на збереження і поліпшення родючості ґрунту [6; 8; 11]. Дослідження балансу поживних речовин під хмеленадженнями є актуальним насамперед через відсутність достатньої кількості наукових відомостей, а також через появу нових сортів і складників технології їх вирощування та необхідність пошуку шляхів максимального зниження енергоємності виробництва хмелю.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У працях основоположника агрохімії Д.М. Прянішнікова [10] підкреслюється, що для одержання стабільних урожаїв сільськогосподарських культур у сівозінах без втрат родючості ґрунту потрібно застосовувати таку систему удобрення, яка б забезпечувала відшкодування (компенсацію) вносу із врожаєм азоту і калію не нижче 70–80 %, а фосфору – 100–110 %. Проте, як вказують деякі автори [5; 6; 11], унаслідок інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, росту врожайності культур і посилення деградаційних процесів агроландшафтних систем сформувались інші агроекологічні умови, котрі вимагають для своєї оцінки нових критеріїв і перегляду наявних. Зокрема О.Г. Тараріко [11] встановлено,

що екологічно безпечний рівень відшкодування вносу на легких ґрунтах Полісся потрібно забезпечити на рівні: для азоту 105–110 %, фосфору 200–260 %, калію 120–150 %. Слід зазначити, що біологічний кругообіг потрібно формувати у такий спосіб, щоб із зростанням продуктивності агроценозу відбувалося збільшення вмісту і запасів елементів живлення рослин у ґрунті [7; 8; 9]. Адже дефіцит біогенних елементів у землеробстві призводить не лише до зменшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, але і до зниження стійкості агроландшафтів [12].

Суть балансового методу розрахунку полягає у зіставленні основних статей надходження і вносу поживних речовин. Для контролю рівня родючості ґрунту, економічного та енергетичного аналізу доцільності використання різних систем удобрення розраховують баланс основних елементів – азоту, фосфору і калію. Головними джерелами надходження елементів живлення у ґрунт є мінеральні та органічні добрива.

Та кількість поживних речовин, яка вносився з урожаєм шишок і відповідною кількістю відходів (листки і стебла), характеризує його господарський внос, який у будь-якому випадку є меншим від біологічного. Це тому, що частина поживних речовин, що містяться у багаторічних кореневищах рослин хмелю, під час визначення господарського вносу не враховується, оскільки залишається у ґрунті у складі їхньої біомаси та використовується наступного року. Внос елементів живлення розраховано нами за результатами хімічного складу відчуженої із поля частини врожаю, тобто шишок і стебел із листям. Водночас найбільш об'єктивні результати можна отримати, розглядаючи цей процес за якомога більшою кількістю років, тому що врожайність хмелю залежить від багатьох факторів.

**Мета дослідження** – з'ясування впливу різних систем удобрення за тривалого їх застосування на внос азоту, фосфору і калію культурою хмелю та формування балансу поживних речовин у дерново-підзолистом супіщаному ґрунті Полісся.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводились у 2013–2017 рр. на території хмелеплантації № 221 Інституту сільського господарства Полісся НААН із характерними для зони Полісся ґрунтово-клі-

матичними умовами. Ґрунт на дослідних ділянках дерново-середньопідзолистий супіщаний із умістом гумусу в орному шарі 1,23–1,28 %, рН<sub>сол.</sub> дорівнює 6,4–6,5; гідролітична кислотність становить 0,98–1,06 мг–е–кв./100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 7,6–8,2 мг–екв./100 г ґрунту, азоту лужногідролізованого – 54-57 мг, рухомого фосфору – 350-399 мг, обмінного калію – 116-137 мг на кг ґрунту. Згідно із встановленими параметрами забезпеченості ґрунту основними елементами живлення для хмеленасаджень на ґрунтах легкого гранулометричного складу вміст азоту і калію низький, фосфору – високий. Високий фосфатний рівень є штучним через явище зафосфачення ґрунту, спричинене застосуванням високих доз мінеральних добрив під культуру хмелю у попередні роки експлуатації хмільника.

У досліді використовувалися сорти хмелю Слов'янка і Пивовар. Догляд за насадженнями загальноприйнятій. Вивчення параметрів живлення рослин і їхньої продуктивності здійснювалося на фоні чотирьох варіантів удобрення, розрахованих згідно із чинними галузевими нормативами: 1) без добрив; 2) N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>200</sub>; 3) гній 40 т/га + N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>200</sub>; 4) сидерат + N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>200</sub>.

Азотні добрива використовувались у формі аміачної селітри, фосфорні – у вигляді гранульованого суперфосфату, із калійних добрив застосовувалась калімагнезія. Основне внесення мінеральних добрив проводили ранньою весною локальним способом, у борозни з обох боків і на відстані 30-35 см від центру рядка рослин на глибину 12–14 см. Протягом вегетації проводилося два підживлення по N<sub>50</sub>: перше – у фазу інтенсивного росту рослин (I-II декада червня), друге – під час цвітіння (II декада липня).

Органічні добрива застосовувались у вигляді напівперепрілого підстилкового гною разом із основним внесенням мінеральних добрив локально у борозни і у рядок із наступним загортанням під час розорювання гребенів. Як сидеральна культура використовувався люпин вузьколистий, що висівався навесні у міжряддя смугами 1,8 м. Заробляння зеленої

маси проводилось у період цвітіння – початок формування сизих бобів.

Аналізи зразків ґрунту і рослинного матеріалу, обліки і розрахунки проводилися відповідно до прописів спеціальних методик. Аналіз рослинного матеріалу у повітряно-сухому стані на вміст елементів живлення після мокрого озолення за методом Гінзбурга виконували згідно з методиками: вміст азоту – фотометричним методом (із реактивом Неслера), вміст фосфору і калію – за методом Кірсанова.

Облік врожаю проводили методом ручного збирання і зважування шишок з облікових рослин та перерахунком їхньої маси на стандартну вологість (13%).

**Результати дослідження.** Результати дослідження показали, що вміст елементів живлення як у шишках хмелю, так і у відходах (листя і стебла) істотно змінювався під дією удобрення (табл. 1). Найнижчим за всіма елементами він був у варіанті без добрив. Внесення N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>200</sub> сприяло підвищенню вмісту поживних речовин у шишках на 0,14–0,57% порівняно з контролем. Більш істотні зміни вмісту відбувалися за доповнення системи удобрення гноєм та органічною масою сидерату (0,55-0,60% за азотом, 0,16-0,29 % за фосфором, 0,44–0,58% абсолютних величин за калієм). Листя і стебла хмелю характеризувались іншими, порівняно меншими змінами вмісту елементів живлення, але їхні закономірності були подібними. Найвищий вміст азоту, фосфору і калію спостерігався відповідно на фоні 40 т/га гною + N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>200</sub>.

Величина сумарного відчуження елементів живлення із ґрунту насамперед визначається врожайністю основної і побічної продукції. Дерново-підзолисті ґрунти Полісся, які домінують під хмелешпалерою, характеризуються низькою природною родючістю [56]. Отримані результати засвідчили, що без внесення мінеральних та органічних добрив урожайність сортів хмелю становила лише 1,22 і 1,7 т/га (табл. 2). За внесення N<sub>180</sub>P<sub>60</sub>K<sub>200</sub> вона збільшувалася на 61,5 і 33,0% залежно від сорту, а додаткове застосування гною дозволило максимально

Таблиця 1

**Вміст елементів живлення у рослинах хмелю залежно від удобрення (середнє за 2014-2017 рр., % від сухої речовини)**

Удобрення	шишки			листя			стебла		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
сорт Слов'янка									
без добрив	2,67	1,01	1,45	1,88	0,77	1,32	0,84	0,57	1,07
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	3,08	1,18	1,77	2,13	0,86	1,63	0,96	0,59	1,35
40 т/га гною N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	3,22	1,30	2,03	2,27	0,97	1,72	1,05	0,75	1,43
сидерат N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	3,22	1,22	1,96	2,29	0,89	1,71	1,06	0,63	1,41
сорт Пивовар									
без добрив	2,63	1,14	1,74	1,83	0,67	1,33	0,93	0,44	1,16
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	3,20	1,28	2,18	2,17	0,78	1,78	1,04	0,52	1,40
40 т/га гною N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	3,23	1,36	2,23	2,35	0,82	1,90	1,12	0,55	1,53
сидерат N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	3,21	1,30	2,18	2,33	0,80	1,86	1,11	0,55	1,48

## Урожайність сортів хмелю залежно від удобрення (середнє за 2014-2017 рр.)

Удобрення	Урожайність, т/га		Відношення шишки/стебла
	шишки	листя+стебла	
сорт Слов'янка			
без добрив	1,22	1,57	1,29
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	1,97	2,27	1,15
40 т/га гною N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	2,27	2,78	1,22
сидерат N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	2,12	2,47	1,17
сорт Пивовар			
без добрив	1,70	1,85	1,09
N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	2,26	2,19	0,97
40 т/га гною N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	2,80	3,03	1,08
сидерат N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>	2,44	2,45	1,00

підвищити врожайність на 86,1% і 64,7% відповідно. Варіант із застосуванням сидерації за продуктивністю посідав проміжну позицію, середня врожайність відповідно була на рівні 2,12 і 2,44 т/га, або на 73,8% та 43,5% вище, ніж на контролі без добрив.

Значна кількість елементів живлення відчується із ґрунту на формування побічної рослинницької продукції (у нашому випадку – відходів), оскільки збирання хмелю комбайном передбачає повне видалення стебел із листям за межі хмелеплантації. Точне встановлення її кількості і вмісту елементів живлення у ній істотно впливають на об'єктивність показників господарського виносу та балансу загалом. Результати досліджень засвідчили, що маса стебел із листям змінювалась із тією самою закономірністю, що і шишок, і була найвищою (2,78 та 3,03 т/га відповідно за внесення гною на фоні мінеральних добрив).

Кількість побічної продукції (відходів) з одиниці площі часто визначається не прямим її обліком, а співвідношенням до основної, яке може змінюватись у широких межах залежно від сорту, технології та умов вирощування культури. Результати нашого дослідження показали, що у варіантах без добрив та за органо-мінеральної системи спостерігалось найширше співвідношення між шишками і стеблами з листям – 1,29 і 1,22 (за сортом Слов'янка) та 1,09 і 1,08 (за сортом Пивовар). Застосування тільки мінеральних добрив та їхнє поєднання із сидеральною культурою незалежно від сорту сприяло зруженню співвідношення до 1,15; 1,17 та 0,97; 1,0 відповідно.

Винос елементів живлення вегетативною масою хмелю належить до найважливіших агроєкологічних показників стану агроєкосистеми хмільника насамперед тому, що є важливим критерієм оцінки ступеня виснаження ними ґрунту. Проведені розрахунки показали, що винос азоту врожаєм хмелю і побічною продукцією на контролі без добрив становив 178 і 234 кг/га, а за внесення N<sub>180</sub> P<sub>60</sub> K<sub>200</sub> підвищувався більш ніж у 1,8 і 1,5 рази (табл. 3). За внесення добрив комплексно із гноем він зростає максимально – до 407 і 486 кг/га. Відчуження фосфору водночас становило 187 і 205 кг/га, а калію –

313 і 399 кг/га. Закономірно, що максимальні значення цих показників спостерігались у варіанті з найвищою врожайністю, а також у сорту Пивовар, який мав більшу продуктивність.

У сучасному хмелярстві, на відміну від польових культур, усю побічну рослинницьку продукцію (відходи стебел і листя) видаляють із хмелеплантації. Тому вона не є чинником, від якого залежить активність мікробіологічних процесів у ґрунтах, формування їхнього гумусового стану, поживного режиму та інших властивостей. Це підвищує актуальність досліджень, пов'язаних із обліком побічної продукції та елементів живлення, котрі вона виносить із ґрунту. Проводячи аналіз результатів розрахунку балансу елементів живлення за варіантами досліду (табл. 3), насамперед слід звернути увагу на значні витрати ґрунтових резервів елементів живлення за відсутності добрив. Об'єм їх деякою мірою пов'язаний із особливостями сортів хмелю.

Примітка: стаття надходження поживних речовин із біомасою сидеральної культури є складником внутрішнього кругообігу елементів живлення в агроєкосистемі хмільника. Враховано тільки симбіотичну фіксацію, обумовлену зовнішніми чинниками (надходження азоту з повітря).

Співставлення прибуткових і видаткових статей показало, що у кінці четвертого року вегетації у варіанті без застосування добрив баланс усіх елементів живлення був із значним дефіцитом. За азотом цей показник становив 178 і 234 кг/га, за фосфором – 78 і 99 кг/га і калієм – 125 і 181 кг/га. Вища продуктивність сорту Пивовар в екстремальних умовах живлення і, відповідно, більша його вегетативна маса призвела до зростання витрат порівняно із сортом Слов'янка на 26,9-44,8%. Внесення мінеральних добрив суттєво покращило показники балансу основних елементів живлення. Інтенсивність балансу була найменшою за фосфором – 174 і 161%, оскільки доза внесення його була невисокою. Азот як основний елемент, який утворює урожай, виносився рослинами хмелю у найбільшій кількості, проте з огляду на рівень інтенсивності його

Баланс елементів живлення за варіантами досліду за період 2014-2017 рр.

Показники		Варіанти удобрення											
		без добрив			N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>			40 т/га гною N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>			сидерат N <sub>180</sub> P <sub>60</sub> K <sub>200</sub>		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
сорт Слов'янка													
надходження	мінеральні добрива	-	-	-	720	240	800	720	240	800	720	240	800
	гній	-	-	-	-	-	-	800	400	960	-	-	-
	сидерат <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	258	-	-
разом		-	-	-	720	240	800	1520	640	1760	978	240	800
винесено, кг/га		178	78	125	323	138	238	407	187	313	373	155	276
винесено, кг/т шишок		36,5	16,0	25,6	41,0	17,5	30,2	44,8	20,6	34,5	44,0	18,3	32,6
баланс, кг/га +/-		-178	-78	-125	+397	+102	+562	+1113	+453	+1447	+605	+85	+524
інтенсивність балансу, %		0	0	0	223	174	336	373	342	562	262	155	290
сорт Пивовар													
надходження	мінеральні добрива	-	-	-	720	240	800	720	240	800	720	240	800
	гній	-	-	-	-	-	-	800	400	960	-	-	-
	сидерат <sup>1</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	258	-	-
разом		-	-	-	720	240	800	1520	640	1760	978	240	800
винесено, кг/га		234	99	181	361	149	289	486	205	399	408	170	325
винесено, кг/т шишок		34,4	14,6	26,6	39,9	16,5	32,0	43,1	18,3	35,6	41,8	17,4	33,3
баланс, кг/га +/-		-234	-99	-181	+359	+91	+511	+1034	+435	+1361	+570	+70	+475
інтенсивність балансу, %		0	0	0	199	161	277	313	312	441	240	141	246

було внесено у надлишковій кількості. Зокрема, за сортом Слов'янка він становив 223%, а за сортом Пивовар показники зростання були менш значними – 199 %. Аналогічна закономірність простежується і за формування калійного режиму ґрунту. За цією ж системою удобрення інтенсивність балансу за калієм зростала ще інтенсивніше, оскільки споживання його рослинами було меншим, ніж азоту, а доза внесення – вищою. Відповідно, відшкодування виносу елементу становило: за першим сортом – 336 %, за другим – 277%. Додаткове внесення 40 т/га гною на фоні мінеральних добрив забезпечило максимально позитивний баланс елементів живлення, зумовивши тим самим суттєве зростання його інтенсивності. Порівняно з мінеральним фоном цей показник підвищився: за азотом – на 63,3 і 57,3%, фосфором – на 96,6 і 93,8 %, за калієм – на 67,3 і 59,2 %. У разі заміни гною на органічну масу сидерату позитивний баланс зберігався, але спостерігалась дещо інша закономірність зростання його інтенсивності. Зокрема, за азотом відмічено підвищення порівняно із мінеральним фоном на 17,5 і 20,6%, що зумовлено його надходженням завдяки симбіотичній фіксації. За фосфором і калієм, навпаки, ці показники поступалися зазначеним варіантам; відносне зниження порівняно з фоном становило 10,9 і 13,7% (за сортом Слов'янка) та 12,4 і 11,2% (за сортом Пивовар). Зниження балансу відбувалося

завдяки підвищеному виносу елементів живлення вегетативною масою культури хмелю на цьому варіанті за умови, що надходження елементів живлення, що містяться у біомасі сидерату, не враховувалися.

Аналізуючи особливості балансу під час вирощування хмелю за органо-мінеральної системи, потрібно відмітити особливу роль органічних добрив як джерела поживних елементів. Їхнє щорічне внесення суттєво впливає на формування балансу. Особливо це стосується азоту, питома вага якого у структурі надходжень сягає 52,6%. Співставлення джерел надходження фосфору вказує, що баланс живлення рослин за органо-мінеральної системи більше визначався за рахунок органічних добрив (61,5%). Не менше значення мають органічні добрива для забезпечення надходження калію у ґрунт. Незважаючи на високу норму калійних добрив (200 кг/га), питома вага органічного калію у загальному балансі елементів живлення досягала 54,5 %.

Загалом особливу увагу на себе звертає той факт, що загальний рівень інтенсивності балансу щодо азоту і калію за всіма удобреними варіантами (і також фосфору за органо-мінеральної системи) незалежно від сорту швидко зростає, що свідчить про надлишкове, практично нераціональне внесення добрив, норми яких встановлені за чинними нормативами.

**Висновки.** Інтенсивність формування позитивного балансу основних поживних елементів під хмеленасадженнями на дерново-підзолистому ґрунті насамперед визначається кількістю внесених добрив, а також продуктивністю сортів хмелю. Всі системи удобрення забезпечили зростання інтенсивності балансу, що перевищувало нормативні інтервали, запропоновані О.Г. Тараріко для цього типу ґрунту, а також забезпеченості його елементами живлення, що, відповідно, зумовлює необхідність перегляду наявних нормативів удобрення культури. Аналіз балансу відмічає особливу роль гною як суттєвого джерела поживних елементів, питома вага яких у структурі надходжень за органо-мінеральної системи сягала 52,6–61,5%. Порівнюючи між собою органо-мінеральну і сидерально-мінеральну системи удобрення, слід відмітити, що використання зеленого добрива дозволяє краще збалансувати фосфорний і калійний режими ґрунту, які у разі внесення гною надмірно зростають.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его превращения. Ленинград : Наука, 1980. 287 с.
2. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в Нечерноземной зоне. Москва: Сельхозиздат, 1989. 291 с.
3. 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.
4. Бердников А.М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай. Черниговское НПО «Элита», 1992. 189 с.
5. Довідник з агрохімічного і агроекологічного стану ґрунтів України / Носко Б.С. та ін.; за ред. Б.С. Носко, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
6. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ : Аграрна наука, 2008. 308 с.
7. Москаленко А. М. Біологічні та економічні чинники розширеного відтворення родючості ґрунтів Полісся. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир : Полісся, 2013. С. 83–92.
8. Петербургский А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. Москва : Наука, 1979. 168 с.
9. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
10. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения: Т.1. Агрохимия. Москва: Колос, 1965. 767 с.
11. Тараріко О.Г. Проблеми сучасного землеробства і охорони ґрунтів на Україні: аналіз, стан і пропозиції. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 1. С. 15–20.
12. Цвей Я.П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін. Київ: Компринт, 2014. 413 с.

**REFERENCES:**

1. Aleksandrova L.N. (1980). Organicheskoe veshchestvo pochvy i processy ego prevrashcheniya. [Soil organic matter and processes of its transformation]. Leningrad : Nauka [in Russian].

2. Alekseev E.K. (1989). Zelenoe udobrenie v Nечernozemnoj zone. [Green fertilizer in the Non-Black Earth Zone]. Moskva: Sel'hozizdat [in Russian].
3. Balyuk S.A., Nosko B.S., Shymel' V.V. та ін. (2019). Optymizatsiya zhyvlennya roslyn u systemi faktoriv efektyvnoyi rodyuchosti gruntiv. [Optimization of plant nutrition in the system of factors of effective soil fertility]. *Visnyk ahraryoi nauky*. (3), 12–19 [in Ukrainian].
4. Berdnikov A.M. (1992). Zelenoe udobrenie – biologizatsiya zemledeliya, urozhaj. [Green fertilizer – biologization of agriculture, harvest]. СHernigovskoe NPO «Elita». [in Ukrainian].
5. Nosko B.S., Prister B.S., Loboda M.V. та ін. (1994). Dovidnyk z ahrokhimichnoho i ahroekolohichnoho stanu gruntiv Ukrayiny. [Handbook of agrochemical and agroecological condition of soils of Ukraine]. Kyiv : Urozhay. [in Ukrainian].
6. Mazur H.A. (2008). Vidtvorennya i rehulyuvannya rodyuchosti lehkykh gruntiv. [Restoration and regulation of light soil fertility]. Kyiv : Aharna nauka [in Ukrainian].
7. Moskalenko A.M. (2013). Biolohichni ta ekonomichni chynnyky rozshyrenoho vidtvorennya rodyuchosti gruntiv Polissya. [Biological and economic factors of expanded reproduction of soil fertility in Polissya]. *Orhanichne vyrobnytstvo i prodovol'cha bezpeka : materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Zhytomyr : Polissya*. 83–92 [in Ukrainian].
8. Peterburgskij A.V. (1979). Krugovorot i balans pital'nyh veshchestv v zemledelii. [The cycle and balance of nutrients in agriculture]. Moskva : Nauka [in Russian].
9. Pol'ovyy V.M. (2007). Optymizatsiya system udobrennya u suchasnomu zemlerobstvi: monohrafiya. [Optimization of fertilizer systems in modern agriculture: a monograph]. Rivne: Volyns'ki oberehy [in Ukrainian].
10. Pryanishnikov D.N. (1965). Izbrannyye sochineniya : T.1. Agrohimiya. [Selected Works: Vol. 1. Agrochemistry]. Moskva : Kolos [in Russian].
11. Tarariko O.H. (1996). Problemy suchasnoho zemlerobstva i okhorony gruntiv na Ukrayini: analiz, stan i propozyziyi. [Problems of modern agriculture and soil protection in Ukraine: analysis, status and proposals]. *Visnyk ahraryoi nauky*. (1). 15–20 [in Ukrainian].
12. Tsvey Ya.P. (2014) Rodyuchist' gruntiv i produktyvnist' sivozmin. [Soil fertility and crop rotation productivity]. Kyiv: Komprynt [in Ukrainian].

**Залевський Р.А., Ільїнський Ю.М., Пасічник І.О., Іванцов П.Д. Особливості балансу елементів живлення під хмеленасадженнями**

**Мета.** З'ясування впливу різних систем удобрення за тривалого їх застосування на внос азоту, фосфору і калію культурою хмелю та формування балансу поживних речовин у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті Полісся. **Методи:** польовий, лабораторний, статистичний, аналітичний, розрахунково-порівняльний. **Результати.** Установлено, що за систематичного застосування мінеральних добрив ( $N_{180}P_{60}K_{200}$ ) відбувається підвищення урожайності шишок на 0,75 та 1,1 т/га і формується співвідношення основної та побічної продукції на рівні 1,15 і 0,97 залежно від сорту. Додаткове внесення гною покращує показники продуктивності на 15,2 та 23,9 %, але погіршує співвідношення (1,22 і 1,08 відповідно). Найвищими показниками вмісту NPK як у шишках, так і у стеблах із листям виріз-

нявся варіант спільного застосування гною і  $N_{180}P_{60}K_{200}$ . Відповідно до систем удобрення величина господарського виносу варіювала: для азоту у межах 323–486 кг/га, для фосфору – 138–205 кг/га, калію – 238–399 кг/га протягом чотирирічного періоду. За цей період було внесено значно більше азоту – 720–1520 кг/га, фосфору – 240–640 кг/га, калію – 800–1760 кг/га. Під час вирощування хмелю слід відмітити особливу роль органічних добрив у вигляді гною як джерела поживних елементів. Їхнє щорічне внесення суттєво впливає на формування балансу. **Висновки.** Загальний рівень інтенсивності балансу щодо азоту, фосфору і калію за всіма удобреними варіантами незалежно від сорту швидко зростає: N 199–373 %, P 161–342 %, K 277–562 %. Це свідчить про надлишкове, практично нераціональне внесення добрив, норми яких встановлені за чинними нормативами, та про необхідність їх корегування. Отримані експериментальні результати дозволили також уточнити показники виносу поживних речовин урожаєм сортів хмелю.

**Ключові слова:** мінеральні добрива, гній, сидерат, урожайність шишок хмелю, азот, фосфор, калій.

**Zalevskiy R.A., Ilyinskiy U.M., Pasichnyk I.O., Ivantsov P.D. The specifics of the balance of fertilizer elements under hop plantations**

**Purpose.** To find out the effects of different fertilizer systems under their long-lasting application on the removal of nitrogen, phosphorus and potassium by a hop plant as well as on the formation of balance of nutrient substances in sod-podzol sandy loam soil of Polissia. **Methods:** field, laboratory, statistical,

analytical, computational and comparative. **Results.** It was established that under the systematic application of mineral fertilizers ( $N_{180}P_{60}K_{200}$ ) the hop cones yield increases by 0,75 and 1,1 t/ha, and the “principal products – by-products” correlation ratio is formed at a rate of 1,15 and 0,97 depending on hop variety. Additional application of manure improves the productivity indices by 15,2 and 23,9 %, but degrades the correlation – 1,22 and 1,08 respectively. The simultaneous application of manure and  $N_{180}P_{60}K_{200}$  resulted in the highest indices of NPP content both in hop cones and in the footstalks with leaves. According to the systems of fertilization, the removal rate varied for nitrogen within 323–486 kg/ha, for phosphorus – within 138–205 kg/ha, for potassium – 238–399 kg/ha during a 4-year period. During this period the amount of applied fertilizers increased: nitrogen – 720–1520 kg/ha, phosphorus – 240–640 kg/ha, potassium – 800–1760 kg/ha. The peculiar role of organic fertilizers (the manure) as the source of nutrient elements is worth mentioning. Their annual application has a significant impact on the formation of balance. **Conclusions.** Thus, a total level of balance intensity in terms of nitrogen, phosphorus and potassium in all fertilizer variants, irrespective of the variety, increases – N 199–373 %, P 161–342 %, K 277–562 %. It testifies to an overuse and practically irrational application of fertilizers (according to current rates) as well as to the necessity of resolving the fertilizers rates. The experimental data allowed to specify the indices of removal of nutrient elements by hop varieties yield.

**Key words:** mineral fertilizers, manure, cover crop, hop cones yield, nitrogen, phosphorus, potassium.