

УДК: 631.816:631.452

© 2024

БАЛАНС ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ В АГРОЦЕНОЗІ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ ЗА ТРАДИЦІЙНИХ ТА АЛЬТЕРНАТИВНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

В.В. Іваніна¹, В.М. Гурська²

доктор сільськогосподарських наук

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН

вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна

e-mail: ¹v_ivanina@meta.ua, ²vhurska02@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0007-8970-6278

Надійшла 16.01.2024

Мета. Дослідити вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на баланс елементів живлення в ґрунті та формування сталих засад вирощування буряків цукрових. **Методи.** Довготривалий польовий — для встановлення впливу добрив на врожайність буряків цукрових; аналітичний — визначення вмісту елементів живлення в складових урожаю; розрахунковий — для встановлення виносу елементів живлення з рослинами та їх балансу в ґрунті. **Результати.** Показано вміст і перерозподіл елементів живлення в складових урожаю буряків цукрових, їх винос та баланс у ґрунті залежно від систем удобрення. Виявлено, що традиційні органічна та органо-мінеральна системи удобрення формували високий позитивний баланс елементів живлення в ґрунті. Сталі засади вирощування буряків цукрових забезпечила альтернативна система удобрення з унесенням соломи, зеленої маси сидерата та мінеральних добрив. **Висновки.** На час збирання врожаю буряки цукрові в листках містили елементів живлення в 2,2–3 рази більше, ніж у коренеплодах: азоту — у 2,9–3 рази, фосфору — 2,2–2,3, калію — у 2,6–2,7 рази за абсолютного вмісту 2,26–2,30%, 0,52–0,53 та 2,50–2,54%. Застосування 40 т/га гною + N₉₀P₆₀K₉₀ зумовило максимальний господарський винос елементів живлення з ґрунту: азоту — 230 кг/га, фосфору — 63, калію — 272 кг/га. За альтернативного удобрення найбільший господарський винос спостерігався за внесення соломи + сидерат + N₉₀P₆₀K₉₀: азоту — 204 кг/га, фосфору — 56, калію — 241 кг/га. Винос елементів живлення з коренеплодами переважав їх винос із листками: азоту — у 1,3 рази, фосфору — 1,7, калію — у 1,5 рази. Застосування 40 т/га гною + N₉₀P₆₀K₉₀ та 40 т/га гною сприяло значному накопиченню елементів живлення в ґрунті за інтенсивності балансу азоту 110–223%, фосфору — 208–400, калію — 111–204%. Урівноваженого балансу елементів живлення в ґрунті досягали за внесення соломи + післяжнивний сидерат + N₉₀P₆₀K₉₀ за наявності листової маси на полі: інтенсивність балансу азоту становила 102%, фосфору — 200, калію — 97%. У разі вилучення листової маси в ґрунті формувалися дефіцит азоту і калію та позитивний баланс фосфору за інтенсивності балансу 57%, 125 та 57%.

Ключові слова: поживні елементи, вміст, коренеплоди, листки, винос, добрива.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202403-02>

Сучасне виробництво, яке базується на засадах сталості, потребує врівноваженого балансу елементів живлення в ґрунті, коли надходження елементів живлення в ґрунт відповідає величині їх виносу [1–3]. Традиційно сталі основи вирощування буряків цукрових формувалися за органо-мінеральної системи удобрення [4]. За внесення 30–40 т/га гною в поєднанні з мінеральними добривами сумарною дозою понад 270 кг/га NPK спостерігався високий рівень мінерального живлення в ґрунті, який наповнювався органічною речовиною і поживними елементами [5, 6].

За гострого дефіциту гною система удобрення буряків цукрових потребує альтернативних джерел органіки [7]. Поєднане застосування соломи пшениці озимої, зеленої маси проміжних сидеральних культур і мінеральних добрив є перспективним в удобренні буряків цукрових за їх вирощування в умовах достатнього зволоження [8, 9]. Ефективність зазначеного агрохімічного заходу не завжди обґрунтовується аналізом обігу та балансу елементів живлення в ланцюгу ґрунт–добриво–рослина, що не може свідчити про сталість технології вирощування буряків цукрових [10]. Вивчення питань балансу елементів живлення за альтернативного органо-мінерального удобрення буряків цукрових нині є актуальним [11].

Мета досліджень — дослідити вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на баланс елементів живлення в ґрунті та формування сталих засад вирощування буряків цукрових.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили в стаціонарному польовому досліді на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції (УЛДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН упродовж 2021–2023 рр. Площа посівної ділянки — 200 м², облікової — 100 м², повторність — 3-разова.

Ґрунт — чорнозем вилугуваний легкосуглинковий, мав таку агрохімічну характеристику шару 0–30 см: уміст гумусу за Тюрнімом — 4,0–4,1%, рухомого фосфору за Чиріковим — 128–142, калію — 83–92 мг/кг ґрунту, гідролітична кислотність за Каппеном — 2,26 мг·екв./100 г ґрунту, рН сол — 5,9–6,1.

Висівали посухостійкий гібрид буряків цукрових Булава. Технологія вирощування відповідає українській інтенсивній, загальноприйнятій для зони Лісостепу.

З органічних добрив вносили гній підстилковий напіврозкладений, солому пшениці озимої та зелену масу проміжної сидеральної культури гірчиці білої, мінеральних — амонійну селітру, суперфосфат простий гранульований, калій хлористий. Добрива вносили з осені під глибоку оранку.

Урожай обліковували методом пробних ділянок із наступним зважуванням і перерахунком на площу 1 га. Технологічну якість коренеплодів визначали на автоматизованій лінії «Венема».

Уміст елементів живлення в рослинних зразках визначали на момент збирання врожаю після мокрого озолення за Гінзбург: азот — за К'ельдалем згідно з ДСТУ 7169-2010, фосфор — ДСТУ ISO 6491:2004, калій — на полуменевому фотометрі.

Винос і баланс елементів живлення в агроценозі буряків цукрових визначали розрахунковим методом — за вилучення гички з поля та її наявності на полі.

Результати експериментальних даних опрацьовували методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми «Statistica» (2010 р.).

Результати досліджень. Установлено, що системи удобрення істотно не впливали на вміст елементів живлення в рослинах буряків цукрових на час збирання врожаю. За вирощування буряків цукрових відбувався перерозподіл елементів живлення в складових урожаю з переважною їх концентрацією в наземній масі. У листках на час збирання вміст азоту порівняно з його вмістом у коренеплодах був у 2,9–3,0 рази вищим, фосфору — 2,2–2,3, калію — у 2,6–2,7 раза за абсолютного вмісту 2,26–2,30%, 0,52–0,53 та 2,50–2,54% відповідно (табл. 1).

Із застосуванням добрив істотно підвищилася врожайність буряків цукрових, спостерігалася значна диференціація виносу елементів живлення з ґрунту його складовими. На контролі без добрив їх винос буряками цукровими був найменшим: із коренеплодами за врожайності 42,6 т/га рослини виносили 68 кг/га азоту,

1. Уміст елементів живлення в складових урожаю буряків цукрових залежно від удобрення (УЛДСС, 2021–2023 рр.), % на суху речовину

Варіант	Коренеплід			Листки		
	N	P	K	N	P	K
Без добрив (контроль)	0,76	0,23	0,94	2,26	0,52	2,50
$N_{60}P_{40}K_{60}$	0,75	0,23	0,95	2,27	0,52	2,53
$N_{90}P_{60}K_{90}$	0,76	0,24	0,97	2,27	0,53	2,54
$N_{120}P_{80}K_{120}$	0,78	0,23	0,98	2,29	0,52	2,52
40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{90}$	0,78	0,24	0,97	2,30	0,53	2,54
40 т/га гною	0,76	0,22	0,97	2,28	0,53	2,51
Післяжнивний сидерат	0,75	0,22	0,94	2,27	0,52	2,51
Післяжнивний сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$	0,76	0,23	0,97	2,28	0,52	2,53
Солома + післяжнивний сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$	0,77	0,24	0,96	2,29	0,53	2,53
$НІР_{0,05}$	0,04	0,01	0,06	0,13	0,03	0,14
P, %	2,0	1,7	2,4	2,5	2,2	2,6

21 — фосфору, 84 — калію, з листками (18,3 т/га) — 56; 13 та 62 кг/га, відповідно. Господарський винос азоту на контролі без добрив становив 124 кг/га, фосфору — 34, калію — 146 кг/га (табл. 2).

Із застосуванням мінеральних добрив значно підвищилася біологічна врожайність буряків цукрових і збільшився винос елементів живлення з ґрунту. За дози добрив $N_{60-120}P_{40-80}K_{60-120}$ господарський винос азоту

порівняно з контролем без добрив підвищився на 39–73 кг/га, фосфору — 11–19, калію — на 50–88 кг/га за абсолютних показників 163–197 кг/га, 45–53 та 196–234 кг/га відповідно.

Найвищі показники виносу елементів живлення з ґрунту були за традиційної органо-мінеральної системи удобрення. Внесення 40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{90}$ забезпечило врожайність коренеплодів 79,6 т/га,

2. Винос елементів живлення буряками цукровими залежно від удобрення (УЛДСС, 2021–2023 рр.), кг/га

Варіант	Коренеплоди					Листки		
	Урожайність, т/га	Винос			Урожайність, т/га	Винос		
		N	P	K		N	P	K
Без добрив (контроль)	42,6	68	21	84	18,3	56	13	62
$N_{60}P_{40}K_{60}$	57,1	90	28	114	23,8	73	17	82
$N_{90}P_{60}K_{90}$	62,5	99	32	127	25,4	78	18	88
$N_{120}P_{80}K_{120}$	67,5	111	33	139	27,7	86	20	95
40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{90}$	79,6	130	40	162	31,8	100	23	110
40 т/га гною	63,0	101	29	128	26,0	81	19	89
Післяжнивний сидерат	47,8	75	23	94	20,4	63	14	70
Післяжнивний сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$	65,1	104	31	133	27,1	84	19	93
Солома + післяжнивний сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$	70,3	114	35	142	28,8	90	21	99

листіків — 31,8 т/га, господарський винос азоту становив 230 кг/га, фосфору — 63, калію — 272 кг/га. За органо-мінеральної системи удобрення врожайність коренеплодів порівняно з контролем без добрив підвищилася на 37 т/га, винос азоту з ґрунту збільшився на 106 кг/га, фосфору — 29, калію — на 126 кг/га.

За внесення 40 т/га гною спостерігався істотний винос елементів живлення з ґрунту: азоту — 182 кг/га, фосфору — 48, калію — 217 кг/га. Із застосуванням традиційної органічної системи удобрення врожайність коренеплодів порівняно з контролем без добрив підвищилася на 20,4 т/га, винос азоту з ґрунту збільшився на 58 кг/га, фосфору — 14, калію — на 71 кг/га.

Значному збільшенню виносу елементів живлення з ґрунту сприяло використання альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. За внесення зеленої маси гірчиці білої + $N_{90}P_{60}K_{90}$ господарський винос азоту становив 188 кг/га, фосфору — 50, калію — 226, за внесення соломи + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ — 204 кг/га; 56 та 241 кг/га відповідно. Із застосуванням альтернативних систем удобрення врожайність коренеплодів порівняно з контролем без добрив підвищилася на 22,5 і 27,7 т/га, винос азоту з ґрунту збільшився на 64 і 80 кг/га, фосфору — 16 і 22, калію — на 80 і 95 кг/га. Застосування на добриво лише зеленої маси гірчиці білої за рахунок мобілізації елементів живлення в ґрунті незначно підвищило врожайність та їх винос порівняно з контролем без добрив: азоту — на 14 кг/га, фосфору — 3, калію — на 18 кг/га.

Отже, впровадження традиційної органо-мінеральної системи удобрення (40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{90}$) зумовило максимальний винос елементів живлення з ґрунту: азоту — 230 кг/га, фосфору — 63, калію — 272 кг/га. За альтернативного удобрення найбільший господарський винос елементів живлення спостерігався за внесення соломи + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$: азоту — 204 кг/га, фосфору — 56, калію — 241 кг/га.

Важливим критерієм оцінки системи удобрення є формування сталих засад вирощування буряків цукрових. Розрахунок балансу елементів живлення в ґрунті показав, що на контролі без добрив буряки цукрові

істотно збіднювали ґрунт на елементи живлення. За наявності листової маси на полі в ґрунті формувався негативний баланс азоту в кількості 68 кг/га, фосфору — 21, калію — 84, за вилучення листової маси з поля дефіцит азоту в ґрунті зростав до 124 кг/га, фосфору — 34, калію — до 146 кг/га (табл. 3).

За вилучення та наявності листової маси на полі дози мінеральних добрив $N_{60-90}P_{40-60}K_{60-90}$ були недостатніми для формування позитивного балансу азоту і калію в ґрунті. За наявності листової маси на полі баланс азоту та фосфору був негативним — 9 ... -30 і -37 ... -54 кг/га, за вилучення листової маси — відповідно -87 ... -103 та -126 ... -136 кг/га. За внесення дози фосфорних добрив понад 40 кг/га формувався позитивний баланс фосфору з накопиченням його в ґрунті.

Сталі засади вирощування буряків цукрових забезпечила доза мінеральних добрив $N_{120}P_{80}K_{120}$ за наявності листової маси на полі: баланс азоту та фосфору був позитивним — 9 і 41 кг/га, калію — з незначним дефіцитом 19 кг/га за інтенсивності балансу 108%, 205 та 86%. За вилучення листової маси з поля в ґрунті формувався дефіцит азоту в кількості 77 кг/га, калію — 114 кг/га і зберігався позитивний баланс фосфору (27 кг/га).

Сталі засади вирощування буряків цукрових зі значним накопиченням елементів живлення в ґрунті забезпечили традиційна органо-мінеральна та органічна системи удобрення. З унесенням 40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{90}$ за наявності листової маси на полі формувався позитивний баланс азоту в кількості 160 кг/га, фосфору — 120, калію — 168, за її вилучення — 60 кг/га, 97 та 58 кг/га. За внесення 40 т/га гною і наявності листової маси на полі баланс азоту був позитивним у кількості 99 кг/га, фосфору — 71, калію — 112, за її вилучення — 18 кг/га, 52 та 23 кг/га відповідно. Традиційні органічна та органо-мінеральна системи удобрення забезпечили високу біологічну продуктивність буряків цукрових і формували сталі засади їх вирощування за інтенсивності балансу азоту 110–223%, фосфору — 208–400, калію — 111–204%.

Сталості вирощування буряків цукрових

3. Баланс елементів живлення в агроценозі буряків цукрових залежно від удобрення (УЛДСС, 2021–2023 рр.)

Варіант	Баланс, кг/га			Інтенсивність балансу, %		
	N	P	K	N	P	K
Без добрив (контроль)	-68 -124	-21 -34	-84 -146	-	-	-
N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀	-30 -103	12 -5	-54 -136	67 37	143 89	53 31
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	-9 -87	28 10	-37 -126	91 51	188 120	71 42
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₂₀	9 -77	41 27	-19 -114	108 61	205 151	86 51
40 т/га гною + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	160 60	120 97	168 58	223 126	400 254	204 121
40 т/га гною	99 18	71 52	112 23	198 110	345 208	188 111
Післяжнивний сидерат	-75 -138	-23 -37	-94 -164	-	-	-
Післяжнивний сидерат + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	-14 -72	29 20	-43 -88	87 48	193 120	68 40
Солома + післяжнивний сидерат + N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	2 -88	35 14	-4 -103	102 57	200 125	97 57

Примітка. У числівнику — наявність листової маси на полі, знаменнику — листовая маса, вилучена з поля; із соломою надійшло в ґрунт N₂₆P₁₀K₄₈; гноєм — N₂₀₀P₁₀₀K₂₄₀; надходження елементів живлення з гірчицею білою не враховували.

зі значним накопиченням фосфору в ґрунті досягали за внесення соломи + післяжнивний сидерат + N₉₀P₆₀K₉₀ за наявності листової маси на полі: баланс азоту в ґрунті становив 2 кг/га, фосфору — 35, калію — 4 кг/га за інтенсивності балансу 102%, 200 та 97% відповідно. У разі вилучення листової маси з поля в ґрунті формувався дефіцит азоту і калію та позитивний баланс фосфору за інтенсивності балансу 57% 125 та 57% відповідно.

Використання на добриво зеленої маси гірчиці білої + N₉₀P₆₀K₉₀ було недостатнім

для формування сталих засад вирощування буряків цукрових. За наявності листової маси на полі в ґрунті досягали інтенсивності балансу азоту 87%, фосфору — 193, калію — 68%, за її вилучення — 48%, 120 та 40% відповідно. Зазначена система удобрення сприяла мобілізації та накопиченню рухомого фосфору в ґрунті і формувала дефіцит азоту та калію. Використання на добриво зеленої маси гірчиці білої без унесення мінеральних добрив визнано малопродуктивним та екологічно нестабільним.

Висновки

Буряки цукрові на час збирання врожаю в листках містили елементів живлення в 2,2–3 рази більше, ніж у коренеплодах: азоту — у 2,9–3,0 рази, фосфору — 2,2–2,3, калію — у 2,6–2,7 рази за абсолютного вмісту 2,26–2,30%, 0,52–0,53 та

2,50–2,54%. Внесення добрив істотно не впливало на вміст і перерозподіл елементів живлення в рослинах.

Застосування 40 т/га гною + N₉₀P₆₀K₉₀ зумовило максимальний господарський винос елементів живлення з ґрунту:

азоту — 230 кг/га, фосфору — 63, калію — 272 кг/га. За альтернативного удобрення найбільший господарський винос елементів живлення спостерігався за внесення соломи + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$: азоту — 204 кг/га, фосфору — 56, калію — 241 кг/га. За обох систем удобрення винос азоту коренеплодами переважав його винос із листками в 1,3 раза, фосфору — 1,7, калію — у 1,5 раза.

З використанням 40 т/га гною + $N_{90}P_{60}K_{90}$ та 40 т/га гною формувалося розширене відтворення родючості ґрунту. Зазначені системи удобрення забезпечили інтенсивність балансу азоту 110–223%,

фосфору — 208–400, калію — 111–204% і сприяли істотному накопиченню елементів живлення в ґрунті.

В умовах дефіциту гною ефективним під буряки цукрові було застосування соломи + післяжнивний сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ за наявності листової маси на полі. За цієї системи удобрення формувалися сталі засади вирощування буряків цукрових за інтенсивності балансу азоту 102%, фосфору — 200, калію — 97%. У разі вилучення листової маси з поля в ґрунті спостерігався дефіцит азоту і калію та позитивний баланс фосфору за інтенсивності балансу 57%, 125 та 57% відповідно.

Ivanina V.¹, Hurska V.²

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of NAAS, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141, Ukraine, e-mail: ¹v_ivanina@ukr.net, ²vhurska02@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0007-8970-6278

Balance of nutrients in the agrocenosis of sugar beets under traditional and alternative fertilizer systems

Goal. To study the impact of traditional and alternative fertilizer systems on the balance of nutrients in the soil and the formation of sustainable foundations for growing sugar beet. **Methods.** Long-term field — to determine the effect of fertilizers on the yield of sugar beets; analytical — to determine the content of nutrients in the components of the crop; calculation — to establish the removal of nutrients from plants and their balance in the soil. **Results.** The content and redistribution of nutrients in the components of the sugar beet harvest, their removal, and balance in the soil depending on fertilizer systems are shown. It was found that traditional organic and organo-mineral fertilizer systems formed a high positive balance of nutrients in the soil. An alternative system of fertilization with the introduction of straw, green mass of siderate and mineral fertilizers provided stable foundations for the cultivation of sugar beet. **Conclusions.** At the time of harvesting, sugar beet leaves contained 2.2–3 times more nutrients than root crops:

nitrogen — 2.9–3 times, phosphorus — 2.2–2.3, potassium — 2.6–2.7 times for the absolute content of 2.26–2.30%, 0.52–0.53 and 2.50–2.54%. The application of 40 t/ha of manure + $N_{90}P_{60}K_{90}$ led to the maximum removal of nutrients from the soil: nitrogen — 230 kg/ha, phosphorus — 63, and potassium — 272 kg/ha. At the use of alternative fertilization, the largest removal was observed when applying straw + siderate + $N_{90}P_{60}K_{90}$: nitrogen — 204 kg/ha, phosphorus — 56, potassium — 241 kg/ha. The removal of nutrients with root crops was greater than their removal with leaves: nitrogen — by 1.3 times, phosphorus — by 1.7, and potassium — by 1.5 times. The use of 40 t/ha of manure + $N_{90}P_{60}K_{90}$ and 40 t/ha of manure contributed to a significant accumulation of nutrients in the soil at an intensity of nitrogen balance of 110–223%, phosphorus — 208–400, potassium — 111–204%. A self-supported balance of nutrients in the soil was achieved by applying straw + post-harvest siderate + $N_{90}P_{60}K_{90}$ in the presence of leaf mass in the field: the intensity of nitrogen balance was 102%, phosphorus — 200, potassium — 97%. In the case of the removal of leaf mass in the soil, nitrogen, and potassium deficits and a positive balance of phosphorus were formed at balance intensities of 57%, 125, and 57%.

Keywords: nutrients, content, roots, leaves, removal, fertilizers.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovnisnyk202403-02>

Бібліографія

1. Заришняк А.С., Балюк С.А., Лісовий М.В., Комариста А.В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 1. С. 28–32.

2. Безуглий М.Д., Заришняк А.С., Лісовий М.М., Седіло Г.М. Оптимізація основних ланок землеробства в західному регіоні України. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 2. С. 5–10.

3. Ahmad I., Ahmad B., Ali S. et al. Nutrients management strategies to improve yield and quality of sugar beet in semi-arid regions. *Journal of Plant Nutrition*. 2017. 40(15). P. 2109–2115. doi:10.1080/01904167.2016.1267207

4. Tarkalson D.D., Bjorneberg D.L., Lentz R.D. Effects of Manure History and Nitrogen Fertilizer Rate on Sugar Beet Production in the Northwest

US. *Crop Forage & Turfgrass Management*. 2018. № 4(1). doi:10.2134/cftm2017.11.0083

5. Hlisenkovsky L., Mensik L., Krizova K., Kunzova E. The Effect of Farmyard Manure and Mineral Fertilizers on Sugar Beet Beetroot and Top Yield and Soil Chemical Parameters. *Agronomy*. 2021. 11(1). 133. doi:10.3390/agronomy11010133

6. Chen J., Li J., Yang X. et al. The Effects of Biochar-Based Organic Fertilizer and Mineral Fertilizer on Soil Quality, Beet Yield, and Sugar Yield. *Agronomy*. 2023. 13. 2423. doi:10.3390/agronomy13092423

7. Сайко В.Ф. Використання на удобрення побічної продукції рослинництва в Україні. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 81. С. 3–9.

8. Польовий В.М. Диференціація систем удобрення цукрових буряків залежно від господарсько-економічних умов їх вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 10. С. 16–18.

9. Цвей Я.П., Касянчук Ф.П. Використання поживної гірчиці при вирощуванні цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2004. № 3. С. 14–15.

10. Цвей Я.П., Шиманська Н.К. Агроекологічна оцінка балансу системи удобрення зерно-бурякової сівозміни Лісостепу України. *Збірник наукових праць Інституту агроекології та біотехнології УААН*. 2000. Вип. 4. С. 92–98.

11. Цвей Я.П., Петрова О.Т., Климчик С.М. Баланс елементів живлення в сівозмінах Лісостепу. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2008. Вип. 129. С. 239–244.