



# Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 57.087:338.312+630\*  
228:631.311.8-005.  
25:631.582(477.8)  
© 2018

## ПАРАМЕТРИ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА СТРУКТУРА ФІТОМАСИ РІЗНОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

О.В. Демиденко<sup>1</sup>, І.С. Шаповал<sup>2</sup>, П.І. Бойко<sup>3</sup>, В.А. Величко<sup>4</sup>

<sup>1,3</sup> доктори сільськогосподарських наук, <sup>2</sup> кандидат сільськогосподарських наук

<sup>4</sup> доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

<sup>1,2</sup> Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція ННЦ «Інститут землеробства»

вул. Докучаєва, 13, с. Холоднянське Смілянського р-ну Черкаської обл., 20731, Україна

<sup>3</sup> ННЦ «Інститут землеробства НААН», вул. Машинобудівників, 2Б

смт Чабани Києво-Святошинського р-ну Київської обл., 08162, Україна

<sup>4</sup> ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського НААН»

вул. Чайковська, 4, м. Харків, 61024, Україна

e-mail: <sup>1,2</sup> smilachipv@ukr.net, <sup>3</sup> izaan@ukr.net, <sup>4</sup> agrovishnyk@ukr.net

Надійшла 26.03.2018

**Мета.** Розробити методологію агроекологічної оцінки продуктивності різноротаційних зернопросапних сівозмін на основі встановлення нормативних параметрів продуктивності та структури загальної фітомаси при використанні побічної продукції у якості органічних добрив в умовах сучасної кліматичної системи Лісостепу України. **Методи.** Польовий, статистичний, лабораторний. **Результати.** Продуктивність 7–10-пільних сівозмін зростає пропорційно кількості внесених мінеральних добрив та насиченості сівозміни зерновими культурами, у складі яких зростає насиченість кукурудзою, а в групі кормових культур – багаторічними травами до 20%. Продуктивність 3–5-пільних сівозмін залежить від насичення сівозмін зерновими культурами до 60%, де вихід кормових одиниць (к.о.) понад 6 т/га, а за скорочення ротаційності до 3–4-х років і насичення сівозмін кукурудзою до 30–40% вихід к.о. зростає до 7,02–7,22 т/га. У 7–10-пільних сівозмінах найвищий вихід нетоварної продукції становив 18,2–18,4 т/га, а побічної продукції з пожнивними рештками – 12,1–15,1 т/га, вихід загальної фітомаси зростав пропорційно продуктивності і залежав від частки коренів, досягаючи 18,2–18,4 т/га. У 3–5-пільних сівозмінах вихід нетоварної продукції був пропорційним виходу основної продукції, а вихід загальної фітомаси корелював з виходом кореневої маси основної і побічної продукцій. **Висновки.** Уміст азоту в загальній фітомасі 7–10-пільних сівозмін зростав за насичення сівозмін горохом, соєю і багаторічними травами та досягав 290–399 кг/га. Продуктивність сівозмін зростала за наближення співвідношення вмісту азоту в основній і нетоварній частках урожаю до 1:1, що пов'язано зі зростанням вмісту азоту

**у загальній фітомасі до максимальних значень. У 3–5-пільних сівозмінах максимальний вміст азоту у загальній фітомасі становив 315–365 кг/га.**

**Ключові слова:** різноротаційні сівозміни, загальна фітомаса, вміст азоту у фітомасі, продуктивність, кормові одиниці, зерно-протеїнові одиниці.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-09>

Основою проектування будь-якої сівозміни є, перш за все, біологічні обмеження, суть яких полягає в післядії попередника [2–6]. Застосування сівозміни не має допустити зниження родючості ґрунтів, а навпаки — має забезпечити її поліпшення та зростання врожайності [7–12]. Пошук нових агроекологічних концепцій сталою землекористування, основою яких є сівозміни, це актуальне завдання сьогодення, успішне розв'язання якого залежить від комплексності методологічних підходів до агроекологічної оцінки ефективності сівозмін. Головними критеріями оцінки ефективності сівозмін виступають натуральні показники [13]. Останніми роками є спроби застосування енергетичного аналізу сівозмін, а також різних методик агроекологічної оцінки, залежно від дії конкретного екологічного фактора [14]. Окремі методичні підходи не представляють єдиного методологічного комплексу, який би відображав інтегровану оцінку ефективності сівозмін [15]. Актуальною залишається розробка методології агроекологічної оцінки продуктивності різноротаційних зернопроросаних сівозмін на основі встановлення нормативних параметрів структури загальної фітомаси, моделей азото-вуглецевого та CO<sub>2</sub> обігу при використанні побічної продукції у якості органічних добрив в умовах Лісостепу України.

**Мета досліджень** — установити нормативні параметри типізації структури фітомаси та вмісту азоту в ній за різноротаційних сівозмін, як складову агроекологічної оцінки їхньої продуктивності в умовах Лісостепу України.

**Методи досліджень.** Узагальнення результатів багаторічних досліджень у польовому стаціонарному досліді, статистичний: дисперсійний, кореляційний аналіз параметрів продуктивності, структури загальної фітомаси.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили в умовах центральної частини лівобережного Лісостепу України

в довгостроковому (понад 50 років) стаціонарному досліді Драбівського дослідного поля Черкаської державної сільськогосподарської дослідної станції ННЦ «Інститут землеробства НААН». Дослід розміщено на чорноземі типовому малогумусному крупнопилувато легкосуглинковому, вміст гумусу — 3,8–4,2%, вміст рухомого фосфору — 120–140 мг на 1000 г ґрунту, рухомого калію — 80–100 мг на 1000 г ґрунту, рН<sub>H<sub>2</sub>O</sub> = 6,8–7,0. Реконструйовано 10-пільні сівозміни в дванадцять 5-пільних, дві 4-пільні, одну 7-пільну та чотири 3-пільних сівозмін. Структуру сівозмін наведено у табл. 1 і 2. Системи удобрення культур передбачають такі норми добрив: пшениця озима, кукурудза, ячмінь ярий, пшениця яра, соя — N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>, горох — N<sub>20</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, соняшник — N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub>, буряки цукрові — N<sub>100</sub>P<sub>100</sub>K<sub>100</sub>. З 2000 по 2016 р. в якості органічного добрива використовують усю побічну продукцію. Спосіб обробітку в сівозмінах — диференційований. Вихід структури фітомаси визначали за Ф.И. Левиным [15], запас азоту в структурі фітомаси — за А.В. Ивойловым [16]. Узагальнення матеріалів та розрахунки результатів досліджень проводили за «Методом дисперсійного аналізу» [17] і програмою «STATISTICA» за методом непараметричної статистики.

**Результати досліджень.** Першим етапом розробки методології агроекологічної оцінки продуктивності різноротаційних зернопроросаних сівозмін є типізація параметрів продуктивності та структури загальної фітомаси. В 7–10-пільних сівозмінах типовий інтервал зміни продуктивності становив 5,59–6,83 т к.о. з 1 га. Найпродуктивнішими були варіанти сівозмін № 8, 2, 13, де зернобобові та кормові культури становили 10–30%, а найменш продуктивними — варіанти сівозмін № 18 (контроль без добрив), 5 та 16. Найменша продуктивність сівозміни за виходом к.о. та кормопроїєїнових одиниць (к.п.о.) на 1 га була в контролі без унесення добрив. На однотипній сівозміні (варіант № 9), де внесено

**1. Продуктивність 7–10-пільних зернопросапних сівозмін у багаторічному стаціонарному досліді за 2005–2015 рр.**

№ варіанта	Структура сівозміни	Унесено NPK, кг д.р. на 1 га	Продуктивність за виходом, т/га	
			кормових одиниць (к.о.)	кормопротеїнових одиниць (к.п.о.)
18*	50% зернові, 10% бобові, 20% просапні, 20% кормові. Без добрив	–	4,43	3,97
5	50% зернові, 20% просапні, 30% кормові	204	5,51	4,95
17	40% зернові, 20% бобові, 30% технічні (15% соняшник, 15% буряк), 10% кормові	165	5,87	5,48
12	50% зернові, 10% буряки цукрові, 30% кормові, 10% горох	168	6,08	5,69
7	50% зернові, 10% бобові, 30% просапні (10% соя, 20% буряк), 10% кормові	196	6,61	5,86
14	70% зернові, 10% бобові, 20% технічні (10% соя, 20% буряк)	185	6,67	5,99
9	50% зернові, 10% бобові, 20% просапні, 20% кормові. З добривами	175	6,73	6,02
8	50% зернові, соя 10%, соняшник 10%, буряки цукрові 10%, 20% кормові	189	7,03	6,42
2*	50% зернові, 20% буряки цукрові, 20% горох, 10% кормові	185	7,47	6,54
16**	50% зернові (28% пшениця озима), 40% технічні (14% буряки цукрові, 14% соя, 14% соняшник), 10% трави однорічні	177	5,03	5,07
13**	72% зернові (44% кукурудза), 14% буряки цукрові, 14% трави багаторічні	185	6,93	5,82
	HIP <sub>0,05</sub>	–	0,62	0,56

Примітка: \* 10-пільна сівозміна (18–2); \*\* 7-пільні сівозміни (16–13).

$N_{560}P_{580}K_{580}$ , продуктивність сівозміни за виходом к.о. зростала на 152%, а за виходом к.п.о. — на 151%. Коефіцієнти варіації показників продуктивності 7–10-пільних сівозмін змінюються у межах 12,1–14,8%, що свідчить про стабільність продуктивності сівозмін у часі (табл. 1). Продуктивність 7–10-пільних сівозмін залежала від кількості внесених мінеральних добрив на 1 га сівозміни. Сівозміни групували за внесенням NPK на 3 групи: 165–180 кг д.р., 185–190 та 190–205 кг д.р. на 1 га. Частка азоту у сумі NPK становила 55–60 кг д.р., 60–63 та 65–68 кг д.р. на 1 га сівозміни відповідно до групування сівозмін. Зростання продуктивності сівозмін відбувалося до рівня внесення NPK 190 кг д.р., а з підвищенням до 200 кг д.р. продуктивність за виходом к.о. та к.п.о. знижувалася. Межа внесення азоту мінеральних добрив — 62–65 кг д.р. на 1 га.

У якості органічних добрив використовували побічну продукцію, внесення якої

в середньому становило 13 т/га, а зростання продуктивності 7–10-пільних сівозмін залежало від кількості внесеної побічної продукції: вихід к.о. понад 7 т/га отримано за внесення побічної продукції більше 13 т/га. Вихід основної продукції змінювався в інтервалі 1,6–15,8 т/га за величини коефіцієнта варіації 23%. Вихід основної продукції на межу верхнього типового значення забезпечували варіанти сівозмін № 9, 12, 2 і 5, а за нижню межу — № 18, 7, 8, 14, 17. Вихід побічної продукції змінювався в типових межах 8,94–12,2 т/га. За межею верхнього типового значення вихід побічної продукції був на варіантах сівозмін № 9, 8, 2 та 5, тоді як варіанти сівозмін № 18, 5 та 16 мали вихід побічної продукції менший 8,94 т/га. Вихід кореневої маси змінювався в типовому інтервалі від 4,80 до 6,31 т/га. У сівозмінах № 8, 12 вихід кореневої маси перевищував верхнє типово значення (6,8–9,2 т/га), тоді як у варіантах № 7, 14, 17, 13

2. Продуктивність 3–5-пільних зернопроросаних сівозмін за 2005–2015 рр.

№ варіанта	Структура сівозміни	Внесено NPK, кг д.р./га	Продуктивність, т/га	
			кормових одиниць (к.о.)	кормопротеїнових одиниць (к.п.о.)
4*	60% зернові (40% ярі колосові), 20% ріпак, 20% горох	165	4,31	4,56
1	60% зернові (40% пшениця озима), 20% буряки цукрові, 20% трави однорічні	165	4,62	4,76
11	60% зернові (40% пшениця озима), 20% ріпак, 20% трави однорічні	165	4,64	4,87
11a	40% зернові, 40% буряки цукрові та соя, 20% горох	188	5,26	5,23
4a	60% зернові (40% колосові ярі), 20% буряки цукрові, 20% горох	188	5,32	4,86
6	40% зернові, 40% технічні (соя 20%, ріпак 20%), 20% горох	165	5,78	5,94
6a	40% зернові, 20% горох, 20% буряки цукрові, 20% кукурудза на силос	185	5,98	5,34
15	60% зернові, 20% буряки цукрові, 20% трави однорічні	165	6,06	5,73
1a	60% зернові, 20% горох, 20% буряки цукрові	165	6,82	6,01
10a	60% зернові, 20% буряки цукрові, 20% трави однорічні	188	6,94	6,12
15a	60% зернові, 20% буряки цукрові, 20% трави однорічні	188	7,02	6,06
10*	60% зернові (40% кукурудза), 20% горох, 20% кормові	165	7,22	6,66
3**	50% зернові (25% кукурудза), 25% буряки цукрові, 25% кормові	190	8,53	7,11
13a***	66% зернові (33% ячмінь), 34% соя	188	4,00	4,21
3a	66% зернові (33% ячмінь), 34% горох	133	4,11	4,21
3б	66% зернові (33% пшениця яра), 34% соя	188	4,43	4,82
16в***	66% кукурудза, 34% соя	188	8,54	7,52

Примітка: \* 5-пільні сівозміни (4–10); \*\* 4-пільна сівозміна (3); \*\*\* 3-пільні сівозміни (13a–16в).

вихід кореневої маси знижувався за межі типового мінімального значення.

Загальна нетоварна частка урожаю, включаючи кореневу масу, змінювалася у межах 14,1–17,4 т/га. У сівозмінах № 9, 8, 12, 2, 13 маса загальної нетоварної продукції перевищувала верхню типову межу, а у сівозмінах № 18, 7, 17, 16 маса нетоварної продукції була за межами нижнього типового значення. Коефіцієнт варіації (с.в.) виходу загальної побічної продукції становив 23%, кореневої маси — 38,2, нетоварної продукції — 15,5%. Вихід загальної фітомаси змінювався в типовому інтервалі значень: 26,4–32,8 т/га за коефіцієнта варіації 16%, що свідчить про стабільність сівозмін як за формуванням

продуктивності, так і виходом побічної продукції. Середній вихід структурованої фітомаси наведено в табл. 3.

Оцінка запасу азоту у складових загальної фітомаси показала, що в основній продукції інтервал запасу азоту становив 108–152 кг/га за коефіцієнта варіації 25,3%. У сівозмінах № 9, 12, 13 (де зернобобових і багаторічних трав >30%) запас азоту виходив за межі верхнього типового значення, а в сівозмінах № 18, 17, 7 запас був меншим 108 кг/га (сівозміни, де зернобобові і однорічні трави становили до 20%). Залежно від структури 7–10-пільних сівозмін змінюється структура фітомаси і продуктивність за виходом к.о. та кормопротеїнових одиниць на 1 га сівозміни.

**3. Вихід побічної продукції та вміст азоту в складових загальної фітомаси зернопросапних 7–10-пільних сівозмін за 2005–2015 рр.**

Шифр сівозміни	Маса, т/га					Уміст азоту (кг/га) в			
	основної продукції	побічна+ +поживні рештки	коренів	нетоварної продукції	разом	основній продукції	побічній продукції	коренях	фітомасі разом
<i>10-пільні сівозміни</i>									
18	10,6	6,7	5,7	12,4	23,0	102	47,0	63,0	214
5	16,2	8,7	1,3	14,7	30,9	122	47,0	58,0	227
17	11,2	9,1	4,0	12,7	23,9	97,0	54,0	36,0	186
12	17,2	13,0	4,8	17,8	35,0	120	73,0	57,2	250
7	15,7	9,6	4,2	13,9	29,6	95,0	53,0	45,0	192
14	8,56	11,6	4,7	16,3	24,9	104	69,0	42,0	216
9	17,0	15,1	5,1	18,2	35,0	172	52,0	96,0	319
8	13,3	12,0	6,8	18,8	32,1	142	84,0	56,0	290
2	17,6	9,2	9,2	18,4	36,0	189	65,0	145	399
<i>7-пільні сівозміни</i>									
16	10,8	8,7	4,9	13,5	24,3	120	41	41	202
13	12,5	12,8	4,7	17,5	30,0	167	80	49	296
<i>Статистична оцінка параметрів</i>									
Mean	13,7	13,7	5,04	15,8	29,6	130	60,5	62,6	253
c.v., %	23,0	23,4	38,2	15,5	16,0	25,3	24,0	50,8	25,9
HIP <sub>0,05</sub>	2,11	2,11	1,27	1,63	3,21	21,8	9,61	21,1	43,6

Сівозміни розділилися на 3 групи: з високою продуктивністю (№ 9, 2, 12); із середньою продуктивністю (№ 17, 13, 8, 7, 5); з низькою продуктивністю (№ 14, 18, 16, 17). У сівозмінах з низькою продуктивністю співвідношення маси основної продукції до маси побічної продукції та коренів становило 1:0,54:0,30; із середньою продуктивністю — 1:0,83:0,43; сівозміни з високою продуктивністю — 1:1,23:0,40. Ранжування сівозмін за виходом основної продукції показало, що найвища продуктивність була за співвідношення структури фітомаси 1:0,72:0,37; середня продуктивність — 1:0,76:0,31; низька — за співвідношення 1:0,87:0,43.

Запас азоту у побічній продукції змінювався у типовому інтервалі: 50,8–70,0 кг/га за коефіцієнта варіації 24%. У сівозмінах з насиченням горохом, соєю та однорічними травами (№ 8, 2, 13) запас азоту перевищував верхнє типове значення, а на варіантах сівозмін № 18, 5, 16 запас азоту був нижчим за мінімальне типове значення. Запас азоту в коренях у середньому становив 62,6 кг/га, а інтервал 41,7–84,0 т/га за коефіцієнта варіації близько 50%. У варіантах № 9, 12 запас азоту в коренях (однорічні та багаторічні трави) перевищував верхнє типове

значення (96 і 145 кг/га), а в сівозміні № 17 (однорічні трави і горох) запас азоту в коренях був меншим за 41,7 кг/га. Запас азоту у загальній фітомасі 7–10-пільних сівозмін змінювався в інтервалі значень 209–296 кг/га за коефіцієнта варіації 25,9%. У сівозмінах № 8, 12, 13 запас азоту виходив за межі верхнього типового значення (>296 кг/га), а в сівозмінах № 7, 17, 16 він був меншим за 209 кг/га, що пов'язано з насиченням сівозмін багаторічними травами (табл. 3).

У короткоротаційних сівозмінах (3–5-пільні) продуктивність за виходом к.о. та к.п.о. на 1 га сівозміни змінювалася в більш вузькому інтервалі порівняно з 7–10-пільними сівозмінами. При цьому коефіцієнт варіації за короткоротаційних сівозмін зростав у 1,68 раза і становив 25,1%.

У сівозмінах № 1а, 10, 10а, 15а, 3, 16б вихід к.о. та к.п.о. виходив за межі типових інтервальних значень (5,06–6,74), а в сівозмінах № 1, 4, 11 (5-пільні) 3а, 3б, 13а (3-пільні) вихід к.о. та к.п.о. знижувався за межу типового мінімального значення. Уміст к.п.о. в короткоротаційних сівозмінах залежав від умісту зернових і зернобобових культур. Перевищення умісту верхньої межі типового значення (0,53 т/га)



відповідало закономірності виходу к.о. та насичення зерновими і зернобобовими культурами — це сівозміни № 6, 10, 10а, 15, 3, 16б. За нижню межу типового значення (0,49 т/га) умісту к.о. та к.п.о. виходили сівозміни № 1, 4, 4а, 6а, 3а, 13а.

Продуктивність короткоротаційних сівозмін залежала від кількості внесених добрив (табл. 2). У I групі сівозмін (№ 4, 1, 11а, 6, 15, 10) вносили 165 кг NPK (55 кг N), II групі сівозмін (№ 3б, 4а, 11а, 10а, 15а, 16б) — 188 кг д.р. NPK (№ 62–63 кг N). Максимальну продуктивність по першій групі сівозмін одержали в сівозміні № 10 — 7,22 т/га к.о. на 1 га та 0,61 т/га к.п.о. Продуктивність зросла в 1,67 раза порівняно із сівозміною № 4. На підвищених фонах мінеральних добрив продуктивність сівозмін зростала до 19,1 т к.о. з 1 га, що у 2,9 раза вище порівняно із сівозміною № 3б. При внесенні мінеральних добрив 190 кг д.р. на 1 га продуктивність за виходом к.о. зросла на 2–3%, а це дає підставу визначити, що оптимальною нормою мінеральних добрив є 188–190 кг д.р. на 1 га при насиченні сівозмін кукурудзою та буряком цукровим до 20%. Норма мінеральних добрив 165 кг д.р. на 1 га сівозміни є оптимальною для сівозмін з озимими та ярими колосовими та кукурудзою. Внесення мінеральних добрив менше 135 кг д.р. на 1 га сівозміни є мало-ефективним.

Вихід побічної продукції в короткоротаційних сівозмінах змінювався в інтервалі 10,2–13,4 т/га за коефіцієнта варіації 27%, що дещо вище ніж в 7–10-пільних сівозмінах. Вихід побічної продукції у сівозмінах № 1а, 3, 3а, 3б, 13а перевищував максимальне типове значення (13,4 т/га), а сівозміни № 1, 4, 6а, 11, 15 за виходом побічної продукції виходили за межі мінімального типового значення. Чим вищий вихід побічної продукції, яка використовувалася у якості органічного удобрення, тим вищою була продуктивність короткоротаційних сівозмін: для одержання 6,82–8,54 т к.о. з 1 га насиченість побічною продукцією має становити 15–17 т/га.

Вихід кореневої маси в 3–5-пільних сівозмінах мав типовий інтервал зміни 4,37–6,65 т/га за коефіцієнта варіації 40,7% проти сівозмін з довгою ротацією — 38,2%. У сівозмінах № 6, 15, 15а, 3, 16б вихід кореневої маси перевищував максимальне типове значення, тоді як у сівозмінах № 1а, 6а, 3а, 3б

запас кореневої маси був меншим за 4,37 т/га. У цілому маса нетоварної продукції у 3–5-пільних сівозмінах за типовим інтервальним значенням (13,3–17,5 т/га) відповідає 7–10-пільним сівозмінам. У сівозмінах № 10, 15, 15а, 3, 16б вихід нетоварної частки був вищим за максимальне типове значення, а у сівозмінах № 6а, 3а, 3б знижувався за мінімальні типові значення. Маса загальної фітомаси у короткоротаційних сівозмінах мала типовий інтервал у межах 24,8–30,4 т/га за коефіцієнта варіації 26,3%, що вище за значення с.в. у 7–10-пільних сівозмінах в 1,64 раза. Короткоротаційні сівозміни, де вихід загальної фітомаси перевищував максимальне типове значення, прямо корелюють зі статтями продуктивності, виходом побічної продукції і кореневої маси, а це варіанти № 6а, 10а, 15 і 15а. Усі 3-пільні сівозміни мали загальний вихід фітомаси менший за мінімальне типове значення. Оцінка 3–5-пільних сівозмін за виходом основної продукції розділила їх на 3 групи: з високою продуктивністю (№ 15, 15а, 10а, 6а, 3) де співвідношення складових загальної фітомаси становило 1:0,65:0,41; із середньою продуктивністю (№ 4, 1, 6, 10, 11а, 4а, 11, 1а) — співвідношення 1:0,93:0,49; з низькою продуктивністю (№ 13а, 3б, 3а, 16б) — співвідношення 1:5,7:1,16.

Ранжування 3–5-пільних сівозмін за виходом к.о. розділило їх на 3 групи: з виходом к.о. понад 7 т/га (№ 15а, 10, 3, 16б), де співвідношення складових фітомаси становило 1:1,17:0,65; з виходом к.о. понад 5–6 т/га (№ 11а, 4а, 6, 6а, 15, 1а, 10а) співвідношення було 1:0,82:0,43; з виходом к.о. менше 5 т/га (№ 13а, 3а, 4, 3б, 1, 11) співвідношення складових фітомаси змінювалося до 1:2,89:0,83.

Середній вихід побічної продукції та вміст азоту в складових загальної фітомаси зернопророслих 3–5-пільних сівозмін за 2005–2015 рр. наведено в табл. 4. Запас азоту в основній продукції 3–5-пільних сівозмін змінювався у типовому інтервалі значень 93–135 кг/га, що значно вужче (за верхнім типовим значенням) порівняно із 7–10-пільними сівозмінами. Коефіцієнт варіації становив 36,1%, що в 1,43 раза вище, ніж у сівозмінах з довгою ротацією, а значення показника варіації виходить за статистичну межу стійкості (30%). Статистично вищим запас азоту в основній продукції був у сівозмінах № 10а, 11, 15а, 3, а нижчим за мінімальне типове

**4. Вихід побічної продукції та вміст азоту в складових загальній фітомасі зернопроросаних 3–5-пільних сівозмін за 2005–2015 рр.**

Шифр сівозміни	Маса, т/га					Уміст азоту (т/га) в			
	основної продукції	побічна+ +поживні рештки	коренів	нетоварної продукції	разом фітомаси	основній продукції	побічній продукції	коренях	фітомасі разом
<i>5-пільні сівозміни</i>									
4	9,1	7,80	5,61	13,4	22,5	79,0	52,0	46,0	177
1	9,7	8,00	5,80	13,8	23,5	89,0	54,0	48,0	191
11	12,9	7,61	4,40	15,0	27,9	152	48,0	65,0	266
11a	11,7	10,6	4,40	15,0	26,7	110	81,0	57,0	248
4a	11,7	11,8	3,00	13,6	25,3	82,0	48,0	26,0	161
6	10,0	10,8	9,20	16,8	26,8	102	70,2	55,0	227
6a	18,7	9,20	3,80	13,0	31,7	100	55,0	46,0	200
15	14,3	7,61	10,2	17,8	32,1	78,0	51,0	81,0	209
1a	12,9	13,4	2,80	16,2	29,1	107	72,0	30,1	230
10a	16,6	11,6	4,80	16,4	33,0	173	89,0	44,0	306
15a	15,9	12,4	7,60	21,2	37,1	199	90,0	76,0	365
10	11,2	12,8	5,80	18,6	29,8	121	79,0	68,0	268
<i>4-пільна сівозміна</i>									
3	19,1	14,0	6,75	23,0	42,1	190	68,0	69,0	328
<i>3-пільні сівозміни</i>									
13a	3,24	16,7	5,3	10,3	13,5	80,0	26,0	51,0	174
3a	3,58	17,0	3,0	8,67	12,3	76,0	36,0	20,0	140
36	3,28	17,0	3,0	8,67	12,0	72,0	35,0	32,0	139
166	6,43	13,0	8,0	21,0	27,1	127	106,0	92,0	315
<i>Статистична оцінка параметрів</i>									
с.в., %	36,8	27,0	40,7	26,8	26,3	36,1	35,2	37,7	29,3
НІР <sub>0,05</sub>	1,74	1,63	1,14	2,13	2,81	21,1	11,3	10,3	34,8

значення у сівозмінах № 4, 4a, 15, 3a, 36, 13a. Уміст азоту в побічній продукції змінювався в інтервалі типових значень 51,1–73,7 кг/га, що практично однаково із сівозмінами з довгою ротацією. Коефіцієнт варіації становив 35,2%, що в 1,47 раза вище порівняно з 7–10-пільними сівозмінами. Запас азоту в кореневій масі був меншим (за верхнім типовим значенням) 43,0–63,6 кг/га, але коефіцієнт варіації становив 57,7%, що нижче в 1,35 раза порівняно з 7–10-пільними сівозмінами. Статистично вищим запас азоту в побічній продукції був

у сівозмінах № 10, 10a, 11, 15a, 166, а в кореневій масі — № 6a, 11, 15, 15a, 3, 166. Зазначені варіанти сівозмін мали високе насичення кукурудзою. Запас азоту у загальній фітомасі короткоротаційних сівозмін змінювався в типовому інтервалі значень: 197–266 кг/га за коефіцієнта варіації 29,3%, що вище порівняно з 7–10-пільними сівозмінами. Найвищим уміст азоту у фітомасі мали сівозміни № 3, 10, 10a, 15a, а сівозміни № 1, 4, 4a, 3a, 36, 13a за запасом азоту виходили за межі типового інтервалу значень.

### Висновки

Продуктивність 7–10-пільних сівозмін зростає пропорційно кількості внесених мінеральних добрив та насиченості сівозміни зерновими культурами, у складі яких зростає насиченість кукурудзою, а в групі кормових культур — багаторічними

травами до 20%. Аналогічно зростає продуктивність сівозмін за виходом кормопротейінових одиниць, рівень яких пов'язаний з насиченням кукурудзою, соєю та багаторічними травами. Максимальна продуктивність досягається у сівозмінах

з насиченням зерновими до 50–72% з виходом к.о. 6,61–7,49 т/га, а кормопротеїнових одиниць — 5,89–6,54 т/га.

Продуктивність 3–5-пільних сівозмін залежала від насичення сівозмін зерновими культурами до 60%, де вихід к.о. становить понад 6 т/га, а при скороченні ротаційності до 3–4-х років і насиченні сівозмін кукурудзою до 30–40% вихід к.о. зростає до 7,02–7,22 т/га. За максимального насичення кукурудзою вихід к.о. зростає до 8,54 т/га. Максимальний вихід кормопротеїнових одиниць був у сівозмінах з максимальним насиченням кукурудзою і соєю — 6,42–6,54 т/га.

Уміст азоту в загальній фітомасі 7–10-пільних сівозмін зростає за насичення

сівозмін горохом, соєю і багаторічними травами та досягає 290–399 кг/га. Продуктивність сівозмін зростала за наближення співвідношення вмісту азоту в основній і нетоварній частках урожаю до 1, що пов'язано зі зростанням умісту азоту у загальній фітомасі до максимальних значень. У 3–5-пільних сівозмінах максимальний вміст азоту у загальній фітомасі становив 315–365 кг/га. Продуктивність короткоротаційних сівозмін була найвищою, коли співвідношення азоту основної продукції до нетоварної переважало на користь азоту основної продукції (1,3–1,4 до 1), а максимальний запас азоту у загальній фітомасі досягав 315–365 кг/га.

**Демиденко А.В.<sup>1</sup>, Шаповал І.С.<sup>2</sup>, Бойко П.І.<sup>3</sup>, Величко В.А.<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup> Черкасская государственная сельскохозяйственная опытная станция ННЦ «Институт земледелия», ул. Докучаева, 13, с. Холоднянское Смелянского р-на Черкасской обл., 20731, Украина, <sup>3</sup> ННЦ «Институт земледелия НААН», ул. Машиностроителей, 2Б, смт Чабаны Киево-Святошинского р-на Киевской обл., 08162, Украина, <sup>4</sup> ННЦ «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского НААН», ул. Чайковская, 4, г. Харьков, 61024, Украина; e-mail: <sup>1,2</sup> smilachipv@ukr.net, <sup>3</sup> izaan@ukr.net, <sup>4</sup> agrovisnyk@ukr.net

**Параметры производительности и структура фитомассы разноротационных севооборотов Лесостепи Украины**

**Цель.** Разработать методологию агроэкологической оценки производительности разноротационных зернопропашных севооборотов на основе установления нормативных параметров производительности и структуры общей фитомассы при использовании побочной продукции в качестве органических удобрений в условиях современной климатической системы Лесостепи Украины. **Методы.** Полевой, статистический, лабораторный. **Результаты.** Производительность 7–10-польных севооборотов возрастает пропорционально количеству внесенных минеральных удобрений и насыщенности севооборота зерновыми культурами, в составе которых растет насыщенность кукурузой, а в группе кормовых культур — многолетними травами до 20%. Производительность 3–5-польных севооборотов зависела от насыщения севооборотов зерновыми культурами до 60%, где выход к.е. составляет более 6 т/га, а при сокращении ротационности до 3–4-х лет и насыщении севооборотов кукурузой до 30–40% выход к.е. возрастает

до 7,02–7,22 т/га. В 7–10-польных севооборотах высокий выход нетоварной продукции составил 18,2–18,4 т/га, а побочной продукции с пожнивными остатками — 12,1–15,1 т/га. Выход общей фитомассы пропорционален производительности и зависит от доли корней, достигая 18,2–18,4 т/га. **Выводы.** Содержание азота в общей фитомассе 7–10-польных севооборотов возрастало при насыщении севооборотов горохом, соей и многолетними травами и достигал 290–399 кг/га. Производительность севооборотов возрастала при приближении соотношения содержания азота в основной и нетоварной частях урожая до 1:1, что связано с ростом содержания азота в общей фитомассе до максимальных значений. В 3–5-польных севооборотах максимальное содержание азота в общей фитомассе составило 315–365 кг/га.

**Ключевые слова:** разноротационные севообороты, общая фитомасса, содержание азота в фитомассе, производительность, кормовые единицы, зерно-протеиновые единицы.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-09>

**Demydenko O.<sup>1</sup>, Shapoval I.<sup>2</sup>, Boiko P.<sup>3</sup>, Velychko V.<sup>4</sup>**

<sup>1,2</sup> Cherkasy state agricultural experimental station of NSC «Institute of agriculture», Dokuchaiev Str., 13, vil. Holodnianske, Smelianskiy region, Cherkasy oblast, 20731, Ukraine, <sup>3</sup> NSC «Institute of agriculture of NAAS», Machynobudivnykiv Str., 2 b, vil. Chabany, Kyievo-Sviatoshyntskyi region, Kyiv oblast, 08162, Ukraine, <sup>4</sup> NSC «O. Sokolovskiy Institute of soil science and agrochemistry of NAAS», Chaikovska Str., 4, Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: <sup>1,2</sup> smilachipv@ukr.net, <sup>3</sup> izaan@ukr.net, <sup>4</sup> agrovisnyk@ukr.net

**Parameters of productivity and structure of biomass different crop rotations of Forest-Steppe of Ukraine**



**The purpose.** To develop methodology of agroecological assessment of productivity of different grain-tilling crop rotations on the basis of determination of normative parameters of productivity and structure of general biomass at use of collateral products as organic fertilizers in conditions of contemporary climatic system of Forest-Steppe of Ukraine. **Methods.** Field, statistical, laboratory. **Results.** Productivity of 7–10-field crop rotations increases proportionally to amount of the entered fertilizers and saturation capacity of crop rotation with cereal crops in structure of which saturation capacity with corn grows, and in group of forage crops — with perennial grasses up to 20%. Productivity of 3–5-field crop rotations depend on saturation of crop rotations by cereal crops up to 60%, where yield of f.u. makes more than 6 t/hectare. At reduction of rotation to 3–4 years and saturation of crop rotations by corn up to 30–40% the yield of f.u. increases up to 7,02–7,22 t/hectare. In 7–10-field crop rotations

the high yield of unmerchantable produce has made 18,2–18,4 t/hectare, and collateral products with crop residues — 12,1–15,1 t/hectare. Yield of general biomass is proportional to productivity and depends on the share of roots, attaining 18,2–18,4 t/hectare. **Conclusions.** The content of nitrogen in general biomass of 7–10-field crop rotations increased at saturation of crop rotations by pease, soya bean and perennial grasses, and gained 290–399 kg/hectare. Productivity of crop rotations increased at ratio of nitrogen in basic and not-commodity parts of crop up to 1:1. That is connected with growth of the content of nitrogen in general biomass up to the maximum values. In 3–5-field crop rotations the maximum content of nitrogen in general biomass has made 315–365 kg/hectare.

**Key words:** different crop rotations, over-all biomass, content of nitrogen in biomass, productivity, feed units, grain-protein of unit.

<https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201805-09>

## Бібліографія

1. Бойко П.І. Біологічна та економічна роль сівозмін у землеробстві. Київ: Знання, 1990. 48 с. (Сер. 9. Земля і люди).
2. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Сівозміни з короткою ротацією. *Пропозиція*. 1998. № 2. С. 16–17.
3. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Екологічно збалансовані сівозміни — основа біологічного землеробства. *Вісн. аграр. науки*. 2005. № 2. С. 9–13.
4. Бойко П.І., Шаповал І.С., Демиденко О.В., Блащук М.І. Продуктивність агрофітоценозів різноротаційних сівозмін в Лівобережному Лісостепу. *Землеробство: міжвід. тем. наук. зб.* Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 32–37.
5. Бойко П.І., Коваленко Н.П. Науково-інноваційні аспекти сівозмін в Україні. *Вісн. аграр. науки*. 2006. № 5. С. 24–28.
6. Дзвін Бзк. Новый поход к планированию и разработке севооборотов. *Зерно*. 2012. № 8. С. 36–45.
7. Дмитренко В.Л., Гайдамака Е.Н. Моделирование и оптимизация состава почвозащитных севооборотов. *Вісн. аграр. науки*. 1992. № 4. С. 13–21.
8. Єщенко В.О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Землеробство: міжвід. тем. наук. зб.* Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 23–27.
9. Гудзь В.П., Лісовал А.П., Андрієнко В.О., Рибак М.Ф. *Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: підруч.; за ред. В.П. Гудзя*. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 408 с.
10. Камінський В.Ф., Бойко П.І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісн. аграр. науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
11. Кірілеско О.Л., Корнійчук О.В. Вплив насичення сівозмін багаторічними травами, заорювання соломи та сидератів на баланс гумусу в ґрунтах. *Землеробство*. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 77–81.
12. Сайко В.Ф., Бойко П.І. Сівозміни в землеробстві України. Київ: Аграр. наука, 2002. 146 с.
13. Царенко О.М. Економічний аналіз діяльності підприємств агропромислового комплексу: навч. посіб. 2-ге вид., перероб. Суми: Університетська книга, 2006. 240 с.
14. Шкумат В.П., Порудєєва Т.В. Нові методичні підходи щодо прогнозування і оцінки ефективності сівозмін. *Вісн. аграр. науки Причорномор'я*. 2008. Т. 2. Вип. 3. С. 274–279.
15. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и их определение по урожаю основной продукции. *Агрохимия*. 1977. № 8.
16. Ивойлов А.В., Шильников И.А., Щелкунова А.А. Вынос азота, фосфора, калия и кальция культурами зернопропашного севооборота. *Агрохимия*. 1990. № 1. С. 26–32.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат, 1985. 351 с.