

УДК 631.582:631.895:631.452

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.6>

ФОРМУВАННЯ ПОЖИВНОГО РЕЖИМУ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Григорів Я.Я. – к.с.-г.н., викладач кафедри агрохімії і ґрунтознавства,
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»
Климчук М.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри агрохімії і ґрунтознавства,
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

У статті наведено результати багаторічних досліджень (2008–2018 рр.) з вивчення короткоротаційних сівозмін у тривалому досліді на чорноземі опідзоленому. Досліджено вплив систем удобрення й попередників на формування поживного режиму під культурами в короткоротаційних сівозмінах. Виявлено вплив ведення короткоротаційних сівозмін та застосування добрив на особливості водного та поживного режимів ґрунту, балансу гумусу та біогенних елементів. Встановлено, що витрати вологи у системі сівозмін значною мірою залежали від структури сівозміни, складу вирощуваних культур та порядку їх чергування. Найвищі загальні витрати вологи з ґрунту й опадів за вегетаційний період відбуваються за вирощування кукурудзи на зерно (420–435 мм), буряків цукрових (404–485 мм) порівняно із зерновими колосовими культурами та горохом, де вони становили 290–376 мм.

Виявлено зростання вмісту азоту в ґрунті у всіх сівозмінах на 12–64 кг/га за рік. За рахунок азотфіксації його приріст становив 31–158 кг/га сівозмінної площі. Найбільше надходження біологічного азоту відзначено у сівозмінах з конюшиною (82–127 кг/га) і люцерною (120–158 кг/га). За співставлення основних джерел надходження і витрат фосфору у сівозмінах з 20–60% насиченням травами бобовими багаторічними за органічної системи удобрення спостерігали від'ємний його баланс. Інтенсивність балансу калію у сівозмінах з 20% зернобобових культур за органо-мінеральної системи удобрення становила 190–199%. За вирощування у сівозміні 20% конюшини на два укоси цей показник знижувався до 120–132%. У всіх експериментальних сівозмінах було відзначено позитивний баланс гумусу. Застосування органо-мінеральної системи удобрення у такій сівозміні зменшувало приріст гумусу до 0,25 т/га за рік.

Встановлено, що на формування поживного режиму ґрунту під культурами в короткоротаційних сівозмінах значний вплив мають як органо-мінеральні системи удобрення, так і попередники. Сумісне застосування гною з мінеральними добривами (традиційна органо-мінеральна система удобрення) забезпечує підвищення вмісту рухомих форм азоту, фосфору й калію як в орному, так і підорному пластах ґрунту, сприяє зростанню кількості рослинних решток та формуванню позитивних значень у балансі цих елементів живлення.

Ключові слова: короткоротаційні сівозміни, системи удобрення, поживний режим, сільськогосподарські культури, баланс поживних речовин.

Hryhoriv Ya. Ya., Klimchuk M. M. Formation of nutrient regime of chernozem podzolic soil in short-rotation crop rotation

The results of many years of research (2008-2018) on short-term crop rotations in a long-term stationary experiment on podzolic chernozem are presented. The influence of fertilizer systems and forecrops on the formation of nutrient regime under crops in short rotations is investigated. The influence of short-term crop rotation and fertilizer use in water features and nutrient regimes of soil, humus balance and nutrients is determined. Values of income and quality of plant residues as a source of compensation for loss of humus and nutrients are grounded in the article. The highest total moisture consumption from soil and precipitation during the growing season occurs for the cultivation of corn for grain (420-435 mm), sugar beet (404-485 mm) compared to cereals and peas, where they amounted to 290-376 mm.

The increase of soil nitrogen content in all crop rotations by 12-64 kg/ha per year was detected. Due to nitrogen fixation, its growth was 31-158 kg/ha of crop rotation area. The highest biological nitrogen inputs were observed in rotation with clover (82-127 kg/ha) and alfalfa (120-158 kg/ha). Comparison of the major sources of supply and consumption of phosphorus in crop rotations with 20-60 % saturation of legumes with perennial perennials for organic fertilizers observed its negative balance. The intensity of potassium balance in crop rotations from 20 %

of leguminous crops under the organo-mineral fertilizer system was 190-199 %. For cultivation in crop rotation of 20 % of clover for two slopes, this figure decreased to 120-132 %. A positive humus balance was observed in all experimental rotations. The use of an organo-mineral fertilizer system in such crop rotation reduced humus growth to 0,25 t/ha per year.

On the formation of a nutrient regime of the soil under crops in short crop rotation, both organic-mineral fertilizer systems and forecrops have a significant influence. The combined application of manure with mineral fertilizers (traditional organic-mineral fertilizer system), provide an increase in the content of moving forms of nitrogen, phosphorus and potassium in both the arable and subsoil layer of the soil, an increase in the number of plant residues and contribute to the formation of positive values in the balance of these elements of nutrition.

Key words: short crop rotation, fertilizer systems, nutritional regime, grains, agricultural plants, nutrient balance.

Постановка проблеми. Систематичне сільськогосподарське використання земельного фонду України потребує дбайливого контролю за станом його родючості. Ґрунтовий покрив є одним з головних складників довкілля, який виконує життєво надважливі біосферні функції, а родючість є головною і найціннішою його ознакою.

У сучасних умовах зростає роль сівозміни як організаційної і функціональної моделі системи землеробства у вирішенні основних положень та концепцій його розвитку і досягнення високої та сталої продуктивності для забезпечення відтворення родючості ґрунту й охорони навколишнього середовища. Структура посівних площ, тип сівозміни і система удобрення культур значно впливають на показники родючості ґрунту. Саме тому одним з основних завдань сівозміни як біологічного чинника регулювання родючості, крім підтримання необхідних запасів гумусу, є оптимізація вмісту поживних речовин, що передусім і сприяє підвищенню продуктивності орних земель [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Невід'ємною, домінуючою складовою частиною ведення високоєфективного рціонально збалансованого землеробства є різноротаційні сівозміни із застосуванням органо-мінеральних систем удобрення, які побудовані з урахуванням можливості регулювання ґрунтових процесів для оптимізації показників родючості і підвищення їхньої біопродуктивності [2; 3; 4–7]. В умовах обмеженого ресурсного забезпечення, зокрема гною великої рогатої худоби, ведеться пошук альтернативних органічних складників систем удобрення, які ґрунтуються на використанні мінімально-оптимальних доз мінеральних добрив, побічної продукції, сидерації тощо [1; 2]. Вони побудовані на принципах відновлення природних ресурсів і посилення процесів саморегуляції екосистем за відносно невисоких витрат енергії та матеріалів техногенного походження [4].

Ринкові умови ведення землеробства та потреби виробництва вимагають такого розміщення культур у сівозмінах, яке вело б до збільшення продуктивності всіх польових культур, сприяло стабілізації та відтворенню родючості ґрунту, покращенню фітосанітарного стану посівів та гарантувало екологічну безпеку довкілля [8–12].

Постановка завдання. Дослідження проводили в умовах двофакторного стаціонарного досліді протягом 2008–2018 рр.

Вивчення формування поживного режиму чорнозему опідзоленого проводили у дев'яти п'ятипільних сівозмінах на системі удобрення, сумісного застосування гною з мінеральними добривами (традиційна органо-мінеральна система удобрення (табл. 1).

За контроль використано типову для зони сівозміну із 20% насиченням конюшиною на 2 укоси, пшеницею озимою, буряками цукровими, кукурудзою на зерно, ячменем з підсівом конюшини на фоні органо-мінеральної системи удобрення.

Таблиця 1

**Схема досліду з вивчення впливу продуктивності
короткоротаційних сівозмін, 2008–2018 рр.**

Поле сівозміни						Внесено на 1 га сівозміної площі			
	I	II	III	IV	V	гній, т	кг діючої речовини		
							N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Сівозміна	коноюшина на два укоси	пшениця озима N ₅₀ P ₅₀ K ₈₀	буряки цукрові гній 40 т/га N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	кукурудза на зерно N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	ячмінь + коноюшина N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	8	66	56	78
	горох N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	пшениця озима N ₇₀ P ₅₀ K ₆₀	буряки цукрові гній 40 т/га N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	ячмінь + післяжнивні* N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	кукурудза на зерно N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₀₀	8	74	60	78
	соя N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	пшениця озима N ₇₀ P ₅₀ K ₆₀	буряки цукрові гній 40 т/га N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	ячмінь + післяжнивні* N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀	кукурудза на зерно N ₁₂₀ P ₈₀ K ₁₀₀	8	74	60	78
	соя N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	пшениця озима + післяжнивні* N ₇₀ P ₅₀ K ₆₀	кукурудза на зерно гній 40 т/га N ₁₂₀ P ₁₀₀ K ₁₂₀	кукурудза на силос N ₁₀₀ P ₄₀ K ₈₀	буряки цукрові N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	8	86	64	90
	соя N ₂₀ P ₄₀ K ₄₀	пшениця озима + післяжнивні* N ₇₀ P ₅₀ K ₆₀	соя N ₂₀ P ₄₀ K ₂₀	кукурудза на силос гній 40 т/га N ₁₀₀ P ₄₀ K ₈₀	пшениця озима N ₇₀ P ₄₀ K ₆₀	8	56	42	56
	коноюшина на два укоси	пшениця озима + післяжнивні* N ₅₀ P ₃₀ K ₆₀	буряки цукрові гній 40 т/га N ₁₀₀ P ₅₀ K ₁₂₀	кукурудза на силос N ₇₅ P ₂₀ K ₇₀	ячмінь + коноюшина	8	45	20	50
	коноюшина на два укоси	пшениця озима + післяжнивні* N ₅₀ P ₃₀ K ₆₀	буряки цукрові гній 80 т/га	кукурудза на силос	ячмінь + коноюшина	16	–	–	–
	люцерна 2-го року використання	пшениця озима + післяжнивні* N ₅₀ P ₃₀ K ₆₀	кукурудза на зерно гній 80 т/га	ячмінь + люцерна	люцерна 1-го року використання	16	–	–	–
	люцерна 3-го року використання	кукурудза на зерно гній 80 т/га	ячмінь + люцерна	люцерна 1-го року використання	люцерна 2-го року використання	16	–	–	–

Погодні умови за роки проведення досліджень були досить різноманітними. Спостерігали екстремальні погодні умови, які негативно вплинули на перезимівлю пшениці озимої, зумовили одержання зріджених сходів буряків цукрових,

гречки, сої, пригнічення сходів ранніх ярих культур, випадання трав бобових багаторічних, підсіяних під ячмінь.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процеси формування показників родючості ґрунту в короткочасних сівозмінах мали свої особливості. Дослідження показали, що формування фізико-хімічних показників тісно пов'язане із системою удобрення у сівозмінах. Встановлено, що витрати вологи у системі сівозмін значною мірою залежали від структури сівозміни, складу вирощуваних культур та порядку їх чергування. Найвищі загальні витрати вологи з ґрунту і опадів за вегетаційний період відбуваються за вирощування кукурудзи на зерно (420–435 мм), буряків цукрових (404–485 мм) порівняно із зерновими колосовими культурами та горохом, де вони становили 290–376 мм.

Встановлено, що баланс азоту, фосфору та калію у сівозмінах неоднаковою мірою поповнювався внесенням органічних та мінеральних добрив (табл. 2).

Таблиця 2

Баланс азоту в сівозмінах, 2008–2018 рр., кг/га сівозмінної площі

Структура посівних площ, %						Стаття балансу					
зернових	просапних	бобових				сумарні витрати	надходження (з добривами, сидератами, насінням, опадами)	різниця між надходженням та витратами	інтенсивність балансу, %	зміни запасу загального азоту в ґрунті (0 – 20 см)	баланс азоту (або надходження за рахунок азотфіксації)
		гороху	сої	конюшини	люцерни						
60	40	–	–	20	–	177	106	-71	60	+56	+127
80	40	20	–	–	–	178	121	-57	68	+21	+78
80	40	–	20	–	–	180	121	-59	67	+21	+80
60	60	–	20	–	–	152	133	-19	88	+12	+31
80	20	–	40	–	–	124	104	-20	84	+12	+32
40	40	–	–	20	–	158	92	-66	58	+16	+82
40	40	–	–	20	–	143	82	-61	57	+21	+82
60	20	–	–	–	40	149	83	-66	56	+54	+120
40	20	–	–	–	60	169	75	-94	44	+64	+158
НІР ₀₅										1,9	

Найвищим баланс азоту був у сівозмінах за органо-мінеральної системи удобрення з одним (87%) та двома полями сої (84%). За органічної системи баланс азоту знизився до 56–57% у сівозмінах з одним полем конюшини та двома полями люцерни і до 44% з трьома полями люцерни. Однак у жодній сівозміні не спостерігали зменшення вмісту азоту в ґрунті, навпаки, кількість його зростала на 12–64 кг/га за рік.

За співставлення основних джерел надходження і витрат фосфору у сівозмінах з 20–60% насиченням травами бобовими багаторічними за органічної системи удобрення спостерігали від'ємний його баланс. Дефіцит характеризувався невеликими величинами – 3–14 кг на 1 га сівозмінної площі.

Інтенсивність балансу калію у сівозмiнах iз 20% зернобобових культур за органо-мiнеральної системи удобрення становила 190–199%. За вирощування у сiвозмiнi 20% конюшини на два укоси цей показник знижувався до 120–132%.

За оргiничної системи удобрення вiдзначено зниження iнтенсивностi балансу калiю у сiвозмiнах з 20–40% трав бобових багаторiчних до 105–110%, а з 60% – спостерiгали вiд’емний баланс калiю (-27 кг на 1 га сiвозмiнної площi).

У вiсх експериментальних сiвозмiнах було вiдзначено позитивний баланс гумусу (табл. 3). Насичення сiвозмiни просапними культурами: буряками цукровими та кукурудзою на силос з одночасним зменшенням частки бобових культур до 20% призводило до посилення процесiв мiнералiзацiї гумусу, що зменшувало його накопичення до 0,67 т/га за рiк. Застосування органо-мiнеральної системи удобрення у такiй сiвозмiнi зменшувало прирiст гумусу до 0,25 т/га за рiк.

У зерно-просапних сiвозмiнах iз 20% насиченням зернобобовими культурами (гороху або сої) за органо-мiнеральної системи удобрення накопичення гумусу становило 0,70–1,13 т/га за рiк.

У типовiй для зони сiвозмiнi з 20% конюшини, оптимально насиченiй зерновими (60%) та 40% просапними культурами (у т.ч. 20% буряками цукровими) за внесення 8 т гною $N_{66}P_{56}K_{78}$ на 1 га сiвозмiнної площi спостерiгали пiдвищення вiстуту гумусу на 1,29 т/га за рiк.

Таблиця 3

**Баланс гумусу у короткоротацiйних сiвозмiнах
в шарi ґрунту 0–20 см, 2008–2018 роки**

Структура посiвних площ, %						Внесено на 1 га сiвозмiнної площi			Гумус					
зернових	просапних	бобових				гнiй, т	кг дiючої речовини			%		Баланс, ±		
		конюшини	гороху	сої	люцерни		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	на кiнець I ротацiї, 2008 р.	на кiнець III ротацiї, 2018 р.	за 10 рокiв		за рiк
												%	т/га	т/га
60	40	20	–	–	–	8	66	56	78	3,15	3,65	+0,50	+12,9	+1,29
80	40	–	20	–	–	8	74	60	78	3,14	3,56	+0,42	+11,3	+1,13
80	40	–	–	20	–	8	74	60	78	3,20	3,51	+0,31	+8,2	+0,82
60	60	–	–	20	–	8	86	64	90	3,15	3,41	+0,26	+7,0	+0,70
80	20	–	–	40	–	8	56	42	56	3,14	3,47	+0,33	+8,9	+0,90
40	40	20	–	–	–	8	45	20	50	3,14	3,23	+0,09	+2,5	+0,25
40	40	20	–	–	–	16	–	–	–	3,14	3,39	+0,25	+6,7	+0,67
60	20	–	–	–	40	16	–	–	–	3,14	3,88	+0,74	+20,0	+2,0
40	20	–	–	–	60	16	–	–	–	3,14	3,93	+0,79	+21,0	+2,1
НIP ₀₅														0,04

Необхідно відзначити, що ефективним у системі короткоротаційних сівозмін на чорноземі опідзоленому є поповнення азоту за рахунок симбіотичної та асоціативної азотфіксації. Встановлено, що за рахунок азотфіксації у короткоротаційних сівозмінах із соєю відшкодовується 84% азоту за органо-мінеральної системи удобрення на двох полях.

Висновки. 1. Встановлено, що витрати вологи у системі сівозмін значною мірою залежали від структури сівозміни, складу вирощуваних культур та порядку їх чергування. Найвищі загальні витрати вологи з ґрунту і опадів за вегетаційний період відбуваються за вирощування кукурудзи на зерно (420–435 мм), буряків цукрових (404–485 мм) порівняно із зерновими колосовими культурами та горохом, де вони становили 290–376 мм.

2. Виявлено зростання вмісту азоту в ґрунті у всіх сівозмінах на 12–64 кг/га за рік. За рахунок азотфіксації його приріст становив 31–158 кг/га сівозмінної площі. Найбільше надходження біологічного азоту відзначено у сівозмінах з конюшиною (82–127 кг/га) і люцерною (120–158 кг/га).

3. Насичення сівозміни 20% бобових культур (конюшини на 2 укуси, сої, гороху) за органо-мінеральної системи удобрення забезпечувало позитивний баланс фосфору, інтенсивність якого перебувала у межах 111–133%. У сівозмінах із насиченням 20–60% трав бобових багаторічних за органічної системи удобрення спостерігався дефіцит фосфору – 3–14 кг на 1 га сівозмінної площі

4. У сівозмінах на 20–40% насичених бобовими культурами за органо-мінеральної та органічної системи удобрення інтенсивність балансу калію становила 105–199%. У сівозміні з 60% люцерни за органічної системи удобрення відзначено дефіцит калію, який становив 27 кг у перерахунку на 1 га сівозмінної площі.

5. У всіх сівозмінах відзначено позитивний баланс гумусу. За наявності у структурі посівів п'ятипільних сівозмін 40–60% люцерни і внесення 16 т гною на 1 га сівозмінної площі спостерігали збільшення вмісту гумусу у ґрунті на 2,0–2,1 т/га за рік та найсприятливіші умови для проходження фізико-хімічних процесів. У зерно-просапних сівозмінах із 20% зернобобових культур (горох, соя) за органо-мінеральної системи удобрення накопичення гумусу становило 0,7–1,13 т/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Качмар О.Й., Вавринович О.В., Щерба М.М. Вплив систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах Західного регіону України. *Землеробство*. Київ : ЕКМО, 2015. Вип. 1. С. 38–46.

2. Бойко П.І., Бородань В.О., Коваленко Н.П. Екологічно збалансовані сівозміни – основа біологічного землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2005. №2. С. 9–13.

3. Бойко П.І., Глянцев О.Ф., Пшеничная С.І., Ветров В.І. Вплив попередників та місця розміщення головних культур сівозміни на їх урожайність, продуктивність сівозмін та родючість ґрунту. *Землеробство*. 1980. № 51. С. 55–60.

4. Ефективність елементів біологічної системи землеробства / Л.І. Шиліна та ін. *Зб. наук. праць ННЦ «ІЗ УААН»*. Київ, 2006. Спецвипуск. С. 61–74.

5. Лебідь Є.М., Десятник Л.М. Сівозміни з урахуванням агробіологічної доцільності розміщення сільськогосподарських культур. *Збірник наук. праць Інституту землеробства*. Київ, 2004. С. 19–22.

6. Сівозміни у землеробстві України. Київ : Аграрна наука, 2002. 146 с.

7. Цвей Я.П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін : монографія. Київ, 2014. 415 с.

8. Гумусний стан чорнозему типового за різних способів обробітку в агроценозах Лівобережного Лісостепу / О.В. Демиденко, І.С. Шаповал, О.Л. Тонха, В.А. Величко, П.І. Бойко. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 4. С. 58–62.

9. Літвінов Д.В. Агробіологічні основи підвищення ефективності короткоротаційних сівозмін Лівобережного Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктор. с.-г наук : спец. 06.01.01 «Загальне землеробство». Київ 2015. 42 с.

10. Цвей Я.П. Формування родючості ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу. *Міжвід. тем. наук. зб. «Землеробство»*. Київ : «Едельвейс». 2015. Вип. 1. 56–59.

11. Kaminsky V.F., Boyko P.I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 1). *Proceedings of the Scientific Research Center of the NAAS Institute of Agriculture*. Kyiv : Edelweiss. 2014. No. 3. P. 3–9.

12. Kaminsky V.F., Boyko P.I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 2). *Proceedings of the Scientific Research Center of the NAAS Institute of Agriculture*. Kyiv : Edelweiss. 2014 No. 3. P. 3–11.