DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-\(64\)-8](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2018-(64)-8)

УДК 631.582:631.452:631.8

О. Й. КАЧМАР, А. О. ДУБИЦЬКА, О. В. ВАВРИНОВИЧ, кандидати с.-г. наук

О. Л. ДУБИЦЬКИЙ, кандидат біологічних наук

М. М. ЩЕРБА, науковий співробітник

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН

вул. Грушевського, 5, с. Оброшине Пустомитівського р-ну Львівської обл.,

81115, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net

ВПЛИВ СІВОЗМІН ТА СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ

Викладено результати досліджень впливу органо-мінеральних систем удобрення та попередників на динаміку і закономірності перерозподілу основних елементів живлення впродовж вегетації сільськогосподарських культур. Наведено дані щодо величини накопичення рослинних решток та кількісних балансових показників поживного режиму. Встановлено, що найвищий уміст лужногідролізованого азоту, рухомих форм фосфору й калію спостерігається за органо-мінеральної системи удобрення, де органічною складовою є гній ВРХ, та наявності в сівозміні конюшини лучної й зернобобових культур сої та гороху.

Ключові слова: *сівозміни, удобрення, родючість ґрунту, поживний режим, баланс елементів живлення.*

Вступ. Порушення основних законів екологобезпечного природокористування в сільському господарстві, зокрема структури посівних площ, збільшення в її складі частки кон'юктурних культур, деформація сівозмін, нехтування принципами їх побудови, застосування незбалансованих систем удобрення, зокрема зменшення

© Качмар О. Й., Дубицька А. О., Вавриневич О. В.,
Дубицький О. Л., Щерба М. М., 2018

кількості внесених органічних добрив, спричинило розбалансування поживного, гумусного режиму ґрунтів, падіння їх родючості та призвело до зниження продуктивності сільськогосподарських культур і якості отриманих урожаїв. Зростає дефіцит основних елементів живлення рослин [11, 16].

Результати досліджень закордонних та вітчизняних учених свідчать про зростання ролі сівозмін як визначальної системи землеробства у розв'язанні основних проблем його розвитку – формування високої, сталої продуктивності сільськогосподарських культур при забезпеченні відтворення родючості ґрунтів і охорони навколишнього середовища [10, 13, 15, 16, 22, 27, 31, 32].

Науково доведено, що позитивний баланс поживних речовин значною мірою визначається дотриманням науково обґрунтованої структури сівозмін, а склад та співвідношення культур обумовлюють вихід органічної речовини рослинних решток на одиницю сівозмінної площі та кількісні показники балансу елементів живлення [1, 19, 24].

Сівозмінна виступає не тільки одним з основних агротехнічних факторів у вирішенні проблеми забезпечення високої та сталої продуктивності культур, рентабельності землеробської галузі, але й чинником регулювання фітосанітарного стану посівів, поліпшення фізичних властивостей ґрунту, підвищення його протирозійної стійкості, зростання ефективності систем удобрення, запобігас проявам ґрунтовоїми. В умовах екологічного землеробства саме сівозмінна дозволяє різко знизити обсяги застосування хімічних елементів живлення з синтетичних мінеральних добрив без зниження врожайності сільськогосподарських культур, в органічному виробництві – повністю відмовитися від них [13, 15, 25].

Дотримання вимог щодо побудови сівозмін можливе лише за науковими принципами з комплексним врахуванням ґрунтово-кліматичних умов, спеціалізації, попиту ринку, переваг розміщення посівів після кращих попередників, оптимального забезпечення рослин елементами живлення, інтегрованого захисту рослин, максимального використання потенційних можливостей сортів та гібридів сільськогосподарських культур та строгого дотримання агротехнічних заходів [2, 8, 33, 34, 35, 36].

Розробленню теоретичних основ зональних сівозмін та практичному їх застосуванню належить провідна роль у вирішенні головних завдань землеробства [12, 14, 29].

Матеріали і методи. Дослідження виконано в умовах двофакторного стаціонарного досліді, закладеного в 2001 р. на сірому

лісовому поверхнево оглеєному ґрунті (реконструкцію проведено в 2011 р.). Вивчали 9 польових різноротаційних сівозмін (3-4-5-пільні) із насиченням зерновими культурами від 50 до 100 % на варіантах сумісного застосування гною з мінеральними добривами; соломи, сидератів і мінеральних добрив. Порядок чергування культур у сівозмінах та системи удобрення подано в табл. 1.

Загальна площа ділянки за сівозмінним фактором становить 972 м^2 ($72 \times 13,5 \text{ м}$), загальна за удобренням – 96 м^2 ($12 \times 8 \text{ м}$), облікова – 60 м^2 ($10 \times 6 \text{ м}$). Входження культур у сівозміну здійснювали одночасно всіма полями. Повторність триразова.

Ґрунт перед закладкою дослідів характеризувався такими агрохімічними властивостями: вміст гумусу становив 1,67–1,71 %, сума вбирних основ – 4,4–5,0 мг-екв/100 г ґрунту, лужногідролізованого азоту – 9,2–9,9, рухомого фосфору та обмінного калію – відповідно 10,8–11,13 і 9,3–9,5 мг/100 г ґрунту. Реакція ґрунтового розчину pH_{KCl} – 4,70–4,84, гідролітична кислотність – 2,26 мг-екв/100 г ґрунту.

На полях дослідів у сівозмінах вирощували культури таких сортів: пшениця озима – Поліська 90, ячмінь ярий – Княжий, овес – Ант, гречка – Аеліта, кукурудза – Закарпатська зубовидна, горох – Зекон, соя – Агат, кормові боби – Пікуловицькі, картопля – Оксамит 99.

Облік врожаю основної і побічної продукції пшениці озимої, ячменю ярого, гречки, вівса, гороху, сої, кукурудзи проводили поділяючно, методом суцільного обмолоту кожної ділянки з наступним перерахунком на 100-відсоткову чистоту та 14-відсоткову вологість, картоплі і багаторічних трав – вручну, поділяючно.

У ґрунті вміст лужногідролізованого азоту визначали за Корнфілдом, рухомий фосфор і обмінний калій - методом Кірсанова в 0,2 н НСІ. У рослинах вміст азоту, фосфору, калію в основній і побічній продукції культур аналізували методом мокрого озолення за Гінзбург, загальний азот – за К'ельдаєм, фосфор – фотометричним методом, калій – на полум'яному спектрофотометрі.

Статистичний аналіз урожайних даних виконували методом дисперсійного аналізу за Б. О. Доспеховим із використанням комп'ютерних програм.

1. Схема дослідів

Сівозміна	Культура	Система удобрення		
		контроль (без добрив)	традиційна	альтернативна
1	2	3	4	5
			4-пільні сівозміни	
1. Зернова (100 % н. з. к.)	Горох	-	$N_{45}P_{45}K_{45}$	П. п. + $N_{22.5}P_{22.5}K_{22.5}$
	Пшениця озима	-	$N_{60}P_{90}K_{90}$	П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	Пшениця озима	-	Гній, 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$	Сидерат + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	Овес	-	$N_{40}P_{40}K_{40}$	П. п. + $N_{20}P_{20}K_{20}$
2. Зернова (100 % н. з. к.)	Горох	-	$N_{45}P_{45}K_{45}$	П. п. + $N_{22.5}P_{22.5}K_{22.5}$
	Пшениця озима	-	$N_{60}P_{90}K_{90}$	П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	Кукурудза на зерно	-	Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$ + п. п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$
	Овес	-	$N_{40}P_{40}K_{40}$	П. п. + $N_{20}P_{20}K_{20}$
3. Зерно- кормова (75 % н. з. к.)	Конюшина лучна	-	-	-
	Пшениця озима	-	$N_{60}P_{90}K_{90}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$
	Пшениця озима	-	Гній, 40 т/га + $N_{60}P_{90}K_{90}$	Сидерат + $N_{30}P_{45}K_{45}$ + п. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	Ячмінь ярий + конюшина	-	$N_{60}P_{60}K_{60}$	П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
4. Плодосімна (50 % н. з. к.), контроль	Конюшина	-	-	-
	Пшениця озима	-	$N_{60}P_{90}K_{90}$	$N_{30}P_{45}K_{45}$
	Картопля	-	Гній, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	Сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + п. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$
	Ячмінь ярий + конюшина	-	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$

1	2	3	4	5
5. Зерно-просапна (75 % н. з. к.)	Гречка	-	$N_{60}P_{60}K_{60}$	П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
	Пшениця озима	-	$N_{60}P_{90}K_{90}$	П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	Картопля	-	Гній, 40 т/га + $N_{90}P_{90}K_{90}$	Сидерат + $N_{45}P_{45}K_{45}$ + п. п. + $N_{45}P_{45}K_{45}$
	Ячмінь ярий	-	$N_{60}P_{60}K_{60}$	$N_{30}P_{30}K_{30}$
5-пільні сівозміни				
6-7. Зерно-просапна (80 % н. з. к.)	Кукурудза на зелену масу	-	Гній, 40 т/га + $N_{120}P_{100}K_{100}$	Сидерат + $N_{60}P_{50}K_{50}$ + п. п. + $N_{60}P_{50}K_{50}$
	Пшениця озима	-	$N_{60}P_{90}K_{90}$	П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$
	Ячмінь ярий / гречка	-	$N_{60}P_{60}K_{60}$	П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
		-	$N_{60}P_{60}K_{60}$	П. п. + $N_{30}P_{30}K_{30}$
	Соя	-	$N_{45}P_{45}K_{45}$	П. п. + $N_{22.5}P_{22.5}K_{22.5}$
	Пшениця озима	-	$N_{60}P_{90}K_{90}$	П. п. + $N_{30}P_{45}K_{45}$
3-пільні сівозміни				
8. Зернова (66 % н. з. к.)	Пшениця озима		$N_{60}P_{90}K_{90}$	
	Соя		$N_{45}P_{45}K_{45}$	
	Пшениця озима		$N_{60}P_{90}K_{90}$	
9. Зернова (66 % н. з. к.)	Пшениця озима		$N_{60}P_{90}K_{90}$	
	Кормові боби		$N_{45}P_{45}K_{45}$	
	Пшениця озима		$N_{60}P_{90}K_{90}$	

Примітка: н. з. к. – насичення зерновими культурами; п. п. – побічна продукція.

Результати та обговорення. Важливою умовою отримання високого рівня врожайності сільськогосподарських культур та продуктивності сівозмін є оптимізація поживного режиму ґрунту та достатнє забезпечення рослин елементами живлення протягом всієї вегетації [4, 5, 9, 17, 20, 23, 26, 30]. Дослідженнями встановлено, що в комплексі агротехнологічних чинників впливу на раціоналізацію показників родючості ґрунту домінуючими є системи удобрення [7, 20, 23, 28].

Визначення динаміки вмісту поживних речовин у ґрунті під різними сільськогосподарськими культурами показало, що їх кількість змінювалася залежно від внесення мінеральних і органічних добрив та фаз розвитку рослин. Найвищий уміст (табл. 2) лужногідролізованого азоту (13,68 та 11,49 мг/100 г ґрунту), рухомого фосфору (14,26 та 12,75 мг/100 г ґрунту) й обмінного калію (12,13 та 10,65 мг/100 г ґрунту) під пшеницею озимою в орному та підорному шарах був на час відновлення весняної вегетації, після попередника пшениці озимої в зерновій сівозміні на варіанті безпосереднього внесення під цю культуру органо-мінерального удобрення. На альтернативній системі удобрення (сидерат, побічна продукція пшениці озимої, мінеральні добрива) у цій же сівозміні в орному та підорному шарах нагромадження лужногідролізованого азоту знижувалося на 0,63 та 0,21, рухомого фосфору – на 0,73 та 0,56, обмінного калію – на 0,41 та 0,18 мг/100 г ґрунту. При застосуванні під пшеницю озиму тільки мінерального удобрення на фоні післядії гною в плодозмінній (попередник конюшина лучна на 3. м.) та зерновій сівозмінах (попередник горох) формувалися досить високі показники елементів живлення: лужногідролізованого азоту 13,02 та 12,79 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 13,22 та 13,34 мг/100 г ґрунту й обмінного калію – 11,42 та 11,71 мг/100 г ґрунту. В зерно-просапних сівозмінах ці показники становили 12,11–12,56 мг/100 г ґрунту лужногідролізованого азоту, 13,07–13,56 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору, 11,36–11,88 мг/100 г ґрунту обмінного калію. Внаслідок застосування під пшеницю озиму альтернативних систем удобрення (післядії сидерату, соломи, пряма дія соломи, половинні норми мінеральних добрив) рівень рухомих поживних речовин знижувався і становив відповідно за елементами 11,29–12,18; 12,14–12,39 і 10,42–10,86 мг/100 г ґрунту.

Перед збиранням культури вміст доступних мінеральних речовин зменшувався порівняно з початком вегетації, що пояснюється використанням їх для формування врожаю.

Результатами наукових досліджень [3, 5, 6, 7, 18, 27] доведено, що на забезпеченість вирощуваної культури елементами живлення впливають попередники. Аналіз експериментальних даних свідчить, що на контрольному варіанті (без добрив) у період відновлення весняної вегетації найвищий уміст доступного азоту в посівах пшениці забезпечила конюшина лучна на зелену масу (10,84 мг/100 г ґрунту). Нижчим цей показник був після зернобобових попередників горох і соя – 10,73 й 10,62, гречка – 10,53 й кукурудза на зерно – 10,32 мг/100 г ґрунту. Найменші значення були при повторних посівах пшениці озимої – 10,16 мг/100 г ґрунту. Максимальні показники вмісту рухомих форм фосфору в орному шарі ґрунту були на варіанті мінерального удобрення після попередника гречка – 13,56 мг/100 г ґрунт. Високі значення обмінного калію (11,88 і 11,71 мг/100 г ґрунту) в посівах пшениці озимої отримали за цієї ж системи удобрення після попередника сої і гороху, найнижчі – після кукурудзи на зелену масу – 11,41 мг/100 г ґрунту (табл. 2).

Аналіз динаміки поживного режиму ґрунту (табл. 3, 4) під ярими культурами, а саме: картоплею і ячменем ярим, показав, що кращому рівню забезпеченості елементами живлення сприяла органо-мінеральна система удобрення. За внесення безпосередньо під картоплю в зерно-просапній і плодозмінній сівозмінах мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ та гною в дозі 40 т/га на час сходів культури в орному шарі спостерігали найбільш інтенсивне нагромадження лужногідролізованого азоту – 12,87–13,0 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору – 13,47–13,58 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 11,69–11,85 мг/100 г ґрунту, в підорному – відповідно за елементами живлення 11,61–11,78; 12,21–12,37; 10,28–10,35 мг/100 г ґрунту. Сумісне застосування побічної продукції сидерату на фоні половинних доз мінеральних добрив формувало поживний режим ґрунту за елементами живлення на рівні 12,31–12,47; 13,28–13,39 й 11,32–11,41 мг/100 г ґрунту в орному й 11,22–11,34; 11,98–12,11; 9,98–10,12 мг/100 г ґрунту в підорному пластах.

Такі ж закономірності в перерозподілі поживних елементів спостерігали і в посівах ячменю ярого: найвищий вміст відзначено на час сходів культури як у зерно-кормовій, так і плодозмінній сівозмінах (12,06–12,22 мг/100 г ґрунту лужногідролізованого азоту, 12,81–12,72 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору й 11,38–11,27 мг/100 г ґрунту обмінного калію) в орному (0–20 см) горизонті на варіантах органо-мінеральної системи удобрення.

2. Динаміка поживного режиму ґрунту під пшеницею озимого, мг/100 г ґрунту, 2017 р.

Удобрення пшениці озимої	Шар ґрунту, см	Час відбору зразків ґрунту									
		перед сівбою					відновлення вегетації				
		N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	воскова стиглість
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Зернова, попередник горох (100 % н. з. к.)											
Контроль	0-20	10,31	10,70	9,73	10,73	11,04	10,06	9,47	10,28	9,18	
	20-40	9,23	9,96	8,64	9,58	10,24	8,89	8,47	9,62	8,17	
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	11,89	12,51	11,29	12,79	13,34	11,71	10,82	11,66	10,19	
	20-40	10,16	11,35	9,88	10,87	11,87	10,39	9,33	10,67	9,02	
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + п. п.	0-20	11,03	11,47	10,52	11,85	12,28	10,73	9,97	10,62	9,52	
	20-40	9,88	10,42	9,62	10,49	10,94	9,92	9,12	9,75	8,79	
Зернова, попередник пшениця озима (100 % н. з. к.)											
Контроль	0-20	9,64	10,61	9,38	10,16	9,98	9,72	8,83	10,19	8,83	
	20-40	8,42	9,84	8,21	9,27	10,16	8,51	7,65	9,50	7,74	
Гній, 40 т/га + N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	12,62	13,09	11,76	13,68	14,26	12,13	11,30	12,39	10,61	
	20-40	10,73	11,73	10,37	11,49	12,75	10,65	9,54	11,23	9,41	
Сидерат + N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀ + п. п.	0-20	11,84	12,02	11,43	13,05	13,53	11,72	10,64	11,38	10,36	
	20-40	10,42	11,19	10,25	11,28	12,19	10,47	9,52	10,68	9,34	
Плодозмінна, попередник конюшина на з. м. (50 % н. з. к.)											
Контроль	0-20	10,43	10,53	9,24	10,84	10,87	9,66	9,52	10,11	8,69	
	20-40	9,30	9,81	8,14	9,70	10,09	8,38	8,52	9,47	7,67	
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	12,12	12,41	11,06	13,02	13,22	11,42	11,02	11,56	10,01	
	20-40	10,28	11,28	9,70	11,06	11,80	10,15	9,42	10,60	8,84	
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	0-20	11,16	11,40	10,39	12,18	12,21	10,55	10,19	10,57	9,39	
	20-40	9,95	10,34	9,49	10,58	10,86	9,73	9,17	9,67	8,66	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Зерно-просапна, попередник гречка (75 % н. з. к.)										
Контроль	0-20	9,92	10,88	9,58	10,53	11,27	9,87	9,16	10,46	9,04
	20-40	8,73	10,11	8,41	9,40	10,39	8,68	8,02	9,77	7,94
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	11,31	12,75	11,23	12,22	13,56	11,54	10,36	11,90	10,18
	20-40	9,95	11,49	9,82	10,56	12,01	10,23	9,20	10,81	8,96
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + п. п.	0-20	10,54	11,66	10,47	11,38	12,47	10,61	9,60	10,81	9,47
	20-40	9,64	10,57	9,56	10,28	11,09	9,80	8,93	9,90	8,73
Зерно-просапна, попередник кукурудза на з. м. (80 % н. з. к.)										
Контроль	0-20	9,80	10,48	9,13	10,32	10,82	9,53	9,04	10,06	8,73
	20-40	8,57	9,77	8,05	9,33	10,05	8,25	7,86	9,43	7,57
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	11,17	12,35	10,96	12,11	13,07	11,36	10,22	11,50	9,91
	20-40	9,84	11,21	9,62	10,44	11,73	10,05	9,09	10,53	8,76
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅	0-20	10,45	11,33	10,28	11,29	12,14	10,42	9,51	10,48	9,28
	20-40	9,54	10,26	9,41	10,19	10,78	9,64	8,83	9,59	8,58
Зерно-просапна, попередник соя (80 % н. з. к.)										
Контроль	0-20	10,19	10,76	9,87	10,62	11,12	10,21	9,37	10,34	9,32
	20-40	9,17	10,00	9,11	9,52	10,28	9,33	8,41	9,64	8,64
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	11,57	12,62	11,35	12,56	13,43	11,88	10,51	11,77	10,30
	20-40	10,07	11,41	9,96	10,68	11,93	10,42	9,24	10,72	9,10
N ₃₀ P ₄₅ K ₄₅ + п. п.	0-20	10,70	11,58	10,60	11,74	12,39	10,86	9,86	10,73	9,60
	20-40	9,74	10,51	9,67	10,38	11,03	10,13	8,98	9,84	8,84
Зернова, попередник пшениця озима (100 % н. з. к.)										
N ₆₀ P ₉₀ K ₉₀	0-20	11,20	12,42	11,16	12,02	13,23	11,92	9,75	11,31	9,63
	20-40	9,75	11,24	9,75	10,31	11,76	10,31	8,64	10,40	8,52

Примітка: п. п. – побічна продукція, N л. г. - азот лужногідролізований.

3. Динаміка поживного режиму ґрунту під картоплею, мг/100 г ґрунту, 2017 р.

Удобрєння	Шар ґрунту, см	Час відбору зразків ґрунту											
		сходи			під час цвітіння			перед збиранням					
		N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зерно-просапна, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)													
Контроль	0-20	9,69	10,64	9,84	9,32	10,23	9,28	8,74	9,62	8,62			
	20-40	8,58	9,76	8,94	8,31	8,47	8,53	7,46	8,20	7,38			
	0-20	12,52	13,47	11,32	11,53	11,77	10,63	9,42	10,58	9,67			
Гній, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20-40	11,36	12,21	10,28	10,47	10,80	9,71	8,31	9,74	8,78			
Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + п. п. + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0-20	12,05	13,28	11,32	10,86	11,44	10,27	9,22	10,31	9,13			
	20-40	11,16	11,98	9,98	10,25	10,30	9,54	8,17	9,47	8,37			
Плодозмінна, попередник пшениця озима (50 % н. з. к.)													
Контроль	0-20	9,87	10,75	10,12	9,48	10,14	9,46	8,86	9,57	8,56			
	20-40	8,77	9,86	9,08	8,45	8,21	8,64	7,54	8,00	7,31			
	0-20	12,64	13,58	11,41	11,71	11,56	10,78	9,93	10,49	9,77			
Гній, 40 т/га + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	20-40	11,48	12,37	10,36	10,58	9,72	9,86	8,63	9,53	8,69			
Сидерат + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + п. п. + N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0-20	12,18	13,39	11,41	11,07	11,17	10,45	9,33	10,27	9,27			
	20-40	11,27	12,11	10,12	10,33	9,16	9,66	8,35	8,94	8,58			

4. Динаміка поживного режиму під ячменем ярим, мг/100 г ґрунту, 2017 р.

Удобрєння		Шар ґрунту, см	Час відбору зразків ґрунту											
			сходи					колюсіння					воскова стиглість	
			N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O			
Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)														
Контроль	0-20	9,77	10,78	9,87	9,12	10,16	9,43	8,81	9,83	9,27				
	20-40	8,64	9,81	8,63	7,55	9,44	8,14	7,38	9,24	7,96				
	0-20	12,22	12,81	11,38	10,77	11,63	10,28	10,18	11,37	9,83				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20-40	11,44	11,69	10,44	9,36	10,71	9,26	9,07	10,45	8,81				
	0-20	11,31	11,55	10,98	9,73	10,41	9,78	9,41	10,26	9,51				
	20-40	10,64	10,71	10,21	8,83	9,60	9,11	8,61	9,49	8,71				
Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)														
Контроль	0-20	9,61	10,66	9,64	8,81	10,08	9,33	8,64	9,71	9,18				
	20-40	8,51	9,72	8,55	7,22	9,31	8,00	7,16	9,13	7,83				
	0-20	12,06	12,72	11,27	10,64	11,54	10,14	10,07	11,28	9,72				
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	20-40	11,32	11,56	10,35	9,22	10,54	9,13	8,91	10,33	8,69				
	0-20	11,17	11,34	10,81	9,54	10,32	9,65	9,28	10,14	9,42				
	20-40	10,53	10,62	10,00	8,61	9,48	8,83	8,43	9,31	8,59				

5. Динаміка поживного режиму під горохом, мг/100 г ґрунту, 2017 р.

Удобрєння	Шар ґрунту, см	Час відбору зразків ґрунту								
		сходи			цвітіння			перед збиранням		
		N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O	N л. г.	P ₂ O ₅	K ₂ O
Зернова, попередник овес (100 % н. з. к.)										
Контроль	0-20	9,77	10,31	9,58	9,34	9,86	9,25	9,11	9,54	8,68
	20-40	8,65	9,64	8,44	8,21	9,21	8,21	8,18	8,93	7,86
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0-20	11,77	12,79	11,47	10,73	11,42	10,53	10,27	10,61	9,74
	20-40	10,32	11,74	10,13	9,35	10,35	9,77	8,85	10,21	8,51
N ₂₃ P ₂₃ K ₂₃ + п. п.	0-20	10,71	11,42	11,21	10,32	10,61	10,07	9,37	10,24	9,52
	20-40	10,19	10,78	9,97	9,22	9,81	9,21	8,68	9,55	8,34
Зернова, попередник овес (100 % н. з. к.)										
Контроль	0-20	9,86	10,41	9,63	9,55	10,17	9,36	9,22	9,88	8,75
	20-40	8,71	9,71	8,51	8,36	9,34	8,31	8,27	9,17	7,89
N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅	0-20	11,86	12,86	11,56	10,81	11,51	10,67	10,35	10,76	9,83
	20-40	10,44	11,83	10,22	9,41	10,41	9,86	9,07	10,37	8,64
N ₂₃ P ₂₃ K ₂₃ + п. п.	0-20	10,85	11,57	11,34	10,41	10,74	10,18	9,81	10,31	9,43
	20-40	10,33	10,85	10,17	9,34	10,04	9,37	8,83	9,67	8,45

У фазі воскової стиглості на зазначених варіантах у двох сівозмінах їх вміст знаходився на рівні 10,07–10,18 мг/100 г ґрунту лужногідролізованого азоту, 11,28–11,37 мг/100 г ґрунту рухомого фосфору й 9,83–9,72 мг/100 г ґрунту обмінного калію.

Аналіз динаміки поживного режиму під горохом (табл. 5) показав, що найвище забезпечення рослин елементами живлення було у фазі їх сходів. Так, внесення безпосередньо під горох мінеральних добрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ і заорювання соломи вівса сприяло накопиченню в шарі 0–20 і 20–40 см лужногідролізованого азоту – 11,77–11,86 і 10,32–10,44, рухомого фосфору – 12,79–12,86 і 11,74–11,83, обмінного калію – 11,47–11,56 і 10,13–10,22 мг/100 г ґрунту в обох зернових сівозмінах. У фазі дозрівання бобів гороху вміст поживних елементів знижувався і відповідно становив: 10,27–10,35 і 8,85–9,07; 10,5–10,76 і 10,21–10,37; 9,74–9,83 і 8,51–8,64 мг/100 г ґрунту. На варіанті без застосування удобрення забезпечення рослин елементами живлення було найнижчим.

Важливим фактором впливу на режим органічних речовин у ґрунті є рослинні рештки сільськогосподарських культур. Під час їх мінералізації в ґрунт повертається значна частина азоту, фосфору і калію, використаних рослинами з добрив і ґрунту [21].

У наших дослідженнях кількість рослинних решток, які накопичувалися в сівозмінах, залежала від насичення зерновими культурами, біологічних та морфологічних їх особливостей, погодних умов та рівня живлення.

Як показали результати досліджень (табл. 6), на варіантах з інтенсивною системою удобрення найбільша кількість кореневих решток залишається в ґрунті після збирання на зелену масу конюшини лучної (101,4–126,9 ц/га), кукурудзи на зерно (60,0–77,5 ц/га), пшениці озимої (52,0–58,4 ц/га), ячменю ярого (51,3–56,0 ц/га). Дещо меншою величиною цього показника була під вівсом – 42,1–43,1 ц/га. Найменше кореневих решток залишають просапні – картопля: 31,6–33,5 ц/га.

Загальна кількість рослинних решток, яка накопичувалася в різних сівозмінах за ротацію, значно різнилася: від 117,2 (зерно-просапна сівозміна) до 200,1 ц/га (зерно-кормова) на неудобрених фонах. Накладання систем удобрення сприяло зростанню цього показника. При сумісному внесенні соломи, заорюванні сидерату на половинних дозах мінеральних добрив у названих сівозмінах нагромадження рослинних решток було на рівні 146,0–235,5 ц/га. Застосування органо-мінеральної системи удобрення забезпечувало зростання їх кількості до рівня 175,0–267,8 ц/га. Найнижчі значення

отримано в трипільних сівозмiнах: соя - пшениця - пшениця та кормові боби - пшениця - пшениця: відповідно 126,6–134,6 ц/га (табл. 6).

Баланс основних поживних речовин характеризує ступiнь iнтенсифікації i культури землеробства. Він є науковою основою для складання правильної системи удобрення [19, 24].

6. Нагромадження рослинних решток культурами сівозміни, ц/га, 2017 р.

Варіант досліджу	Культури				Всього за ротацію, ц/га	На 1 га ріллі сівозмінної площі
1	2				3	4
С-1, зернова (100 % н. з. к.)						
	Горох	Пшениця озима	Пшениця озима	Овес		
1	32,4	39,2	36,0	34,7	142,4	35,5
2	31,5	55,3	57,9	42,1	186,8	46,7
3	28,4	45,9	48,0	37,1	159,4	39,9
С-2, зернова (100 % н. з. к.)						
	Горох	Пшениця озима	Кукурудза на зерно	Овес		
1	27,6	39,1	51,2	35,2	153,2	38,3
2	32,1	56,2	77,5	43,0	208,9	52,2
3	29,2	46,4	65,8	37,9	179,3	44,8
С-3, зерно-кормова (75 % н. з. к.)						
	Конюшина	Пшениця озима	Пшениця озима	Ячмінь ярий		
1	90,4	39,9	36,5	33,3	200,1	50,0
2	101,4	56,5	58,4	51,3	267,6	66,9
3	96,2	46,9	49,3	43,2	235,5	58,9
С-4, плодозмінна (50 % н. з. к.)						
	Конюшина	Пшениця озима	Картопля	Ячмінь ярий		
1	91,6	40,4	16,2	34,6	182,8	45,7
2	126,9	57,0	33,5	52,2	269,6	67,4
3	98,4	47,3	26,2	44,9	216,8	54,2
С-5, зерно-просапна (75 % н. з. к.)						
	Гречка	Пшениця озима	Картопля	Ячмінь ярий		
1	26,2	38,1	15,9	37,0	117,2	29,3
2	35,4	52,0	31,6	55,9	175,0	43,7

1	2				3	4
3	29,4	44,5	24,6	47,5	146,0	36,5
Зернова (66 % н. з. к.)						
	Соя	Пшениця озима	Пшениця озима			
1	24,9	48,4	53,3		126,5	42,2
Зернова (66 % н. з. к.)						
	Кормові боби	Пшениця озима	Пшениця озима			
1	29,8	49,6	55,3		134,6	44,9

Балансові розрахунки (рис.) елементів живлення на різних системах удобрення показали, що застосування на 1 га сівозмінної площі 8–10 т гною і мінеральних добрив у дозі $N_{45-69}P_{60-77}K_{60-77}$, а також зменшення їх кількості вдвічі за умови заорювання сидерату, побічної продукції забезпечує позитивний баланс азоту в усіх сівозмінах в межах від +26,0 – +43,0 кг/га (органо-мінеральна система) та +19,0 – +33,0 кг/га (альтернативна система).

Найвищі показники нагромадження азоту відзначено у плодозмінній (+46,0 кг/га), зерно-просапній, 80 % н. з. к. (+43,4 кг/га), зерно-просапних, 75 %, 80 % н. з. к. (39,7; 37,2 кг/га) та зерно-кормовій (+33,5 кг/га) сівозмінах на варіанті інтенсивного удобрення. Найнижче значення балансу азоту (+26,5–30,7 кг/га) знаходилося у двох 100-відсоткових зернових сівозмінах.

Позитивний баланс азоту в усіх досліджуваних сівозмінах забезпечила і альтернативна система удобрення (сидерат, солома, мінеральні добрива), однак з меншими абсолютними значеннями цього показника: у п'ятипільній зерно-просапній, 80 % н. з. к. (+33,0 кг/га), зерновій і зерно-просапній, 75 % н. з. к. (+25,7–25,5 кг/га). Найнижчий додатний показник азоту (+19,0 кг/га) відзначено в плодозмінній сівозміні. Від'ємних значень баланс азоту набував на всіх неудобрюваних варіантах та на мінеральних фонах у трипільних сівозмінах.

Позитивний баланс фосфору забезпечили всі застосовані системи удобрення в усіх досліджуваних сівозмінах. Найвищих значень цей показник набував на орґано-мінеральних фонах зерно-просапних сівозмін (80–75 % н. з. к.) – +66,0 – +65,0 кг/га. Дещо нижчі його показники були в зерновій (+50,2 кг/га), плодозмінній і зерно-кормовій (+43,2 і +42,5 кг/га).

Рис. Баланс поживних речовин у сівозміні, кг/га, 2017 р.

Високий рівень позитивного балансу фосфору зафіксовано на альтернативних системах у зерно-просапних (80; 75 % н. з. к.) – +35,8, +32,8 кг/га та зернових сівозмiнах: від +23,2 до +29,0 кг/га. Мiнеральнi системи удобрення в трипiльних сiвозмiнах сприяли нагромадженню фосфору в межах +31,06 – +33,3 кг/га. Дефіцитний баланс фосфору зафіксовано на неудобрюваних варіантах всіх сiвозмiн.

Найвищий рівень нагромадження калію спостерігали при сумісному застосуванні органічних та повних доз мінеральних добрив в обох п'ятипiльних зерно-просапних (80 % н. з. к.) – +49,0, +48,8 кг/га, зерновій та зерно-просапній сiвозмiнах (75 % н. з. к.) – +45,0 та +44,5 кг/га. На варіанті інтенсивного забезпечення ґрунту орґано-мiнеральними добривами найнижчий додатний показник калію було зафіксовано у плодoзмiнній сiвозмiні (+8,5 кг/га).

Найвищий позитивний баланс калію при сумісному застосуванні соломи, сидерату та половинних доз мінеральних добрив сформувався в зерновій сiвозмiні: горох - пшениця озима - пшениця озима - овес і становив +30,5 кг/га. Від'ємні значення балансу калію на удобрюваних варіантах зафіксовано у зерновій (горох - пшениця озима - кукурудза на зерно - овес): -1,2 кг/га, зерно-кормовій (75 % н. з. к.): -1,3 кг/га та плодoзмiнній: -30,0 кг/га. На всіх контрольних неудобрених варіантах баланс калію був від'ємним. Рівень дефіциту цього елемента становив залежно від сiвозмiні -45,0 – -66,0 кг/га.

Висновки. На формування родючості сірого лісового поверхнево оглеєного ґрунту під сільськогосподарськими культурами в короткоротаційних сiвозмiнах вагомий вплив проявляють системи удобрення та попередники. Найвищий уміст лужногідролізованого азоту, рухомого фосфору й обмінного калію спостерігали за орґано-мiнеральної системи удобрення, де орґанічною складовою є гній ВРХ.

Найвищий уміст доступного азоту забезпечують конюшина лучна на зелену масу та зернобобові культури: горох і соя. Найбільші показники вмісту рухомих форм фосфору в орному шарі ґрунту були після гречки, калію – сої і гороху.

Список використаної літератури

1. Бойко П. І. Коваленко Н. П., Опара М. М. Ефективні різноротаційні сiвозмiни у сучасному землеробстві. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2014. № 3. С. 20–32.
2. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Науково-інноваційні аспекти сiвозмiн в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 5. С. 24–28.

3. Вплив насичення сівозмін зерновими культурами на їх продуктивність та фітосанітарний стан / П. І. Бойко та ін. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2004. Вип. 2/3. С. 49–57.
4. Гера А. Н. Продуктивность севооборотов на осушаемых органогенных почвах Полесья Украины. *Земледелие и селекция в Беларуси* : сборник научных трудов Национальной академии наук Беларуси РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». 2012. Вип. 48. С. 18–24.
5. Голод Р. М., Білінська О. М., Шубала Г. П. Ефективність короткоротаційних сівозмін за різного насичення зерновими і просапними культурами в Західному Лісостепу. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 1. С. 62–68.
6. Господаренко Г. М., Черно О. Д. Урожайність пшениці озимої після різних попередників на фоні тривалого застосування добрив у сівозміні. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 28–31.
7. Давиденко Г. А. Вплив попередників і добрив на агрохімічні показники ґрунту і продуктивність озимої пшениці. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія і біологія». 2012. Вип. 9 (24). С. 37–39.
8. Двэйн Б. Новый подход к планированию и разработке севооборотов. *Зерно*. 2012. № 8. С. 36–45.
9. Дегодюк С. Е., Літвінова О. А., Боднар Ю. Д. Вплив тривалого застосування добрив у сівозміні на зміни потенційної і ефективної родючості сірого лісового ґрунту. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2016. Вип. 1. С. 43–48.
10. Єщенко В. О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 23–27.
11. Єщенко В. О., Опришко В. П., Копитко П. Г. Сівозміни лісостепової зони. Умань, 2007. 175 с.
12. Єщенко В. О. Сівозмінні проблеми сьогодення. *Сучасні аграрні технології*. 2013. № 4. С. 12–18.
13. Значення сівозмін у формуванні родючості ґрунту / В. Ф. Зубенко та ін. *Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства*. Київ, 1985. С. 8–28.
14. Зубенко В. Ф., Барнштейн Л. А., Дмитрієв І. О. Сівозміни Лісостепу. *Сівозміни – основа інтенсифікації землеробства*. Київ, 1985. С. 128–173.
15. Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.

16. Качмар О. Й., Вавринович О. В., Щерба М. М. Вплив систем удобрення на продуктивність короткоротаційних сівозмін в умовах Західного регіону України. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 38–45.

17. Кірілеско О. Л., Корнійчук О. В. Вплив насичення сівозмін багаторічними травами, заорювання соломи та сидератів на баланс гумусу в ґрунтах. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 77–81.

18. Коваленко Н. П., Савченко Г. І. Поживний і фітосанітарний стан ґрунту залежно від насичення сівозміни зерновими культурами. *Зб. наук. пр. Інституту землеробства УААН*. 2002. Вип. 2. С. 26–29.

19. Кураков В. И., Минакова О. А. Баланс основных элементов питания в зерно-свекловичном севообороте при длительном применении удобрений. *Сахарная свекла*. 2006. № 2. С. 32–35.

20. Лебідь Є. М., Сокрута І. Ф., Чумак В. С. Продуктивність сівозмін залежно від структури і удобрення. *Енергозберігаючі технології вирощування зернових культур в Степу України* : зб. наук. ст. Дніпропетровськ, 1995. С. 140–148.

21. Левин Ф. И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции. *Агрохимия*. 1977. № 8. С. 36–42.

22. Методичні підходи до визначення комплексного впливу основних складових системи землеробства на продуктивність агрофітоценозів і родючість ґрунту / П. І. Бойко та ін. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2016. Вип. 1. С. 10–21.

23. Пономарчук М. В., Кушицька Г. Б. Продуктивність короткоротаційних сівозмін при застосуванні нетрадиційних добрив. *Зб. наук. пр. ІЗ УААН*. 2003. Спецвипуск. С. 109–112.

24. Попов Н. Н., Хоненко Л. Г., Попова М. М. Баланс питательных веществ в специализированных севооборотах юга Степи Украины. *Агрохимия*. 1988. № 6. С. 45–49.

25. Продуктивність агрофітоценозів різноротаційних сівозмін у Лівобережному Лісостепу / П. І. Бойко та ін. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 32–37.

26. Продуктивність сівозмін з короткою ротацією залежно від рівня насичення зерновими культурами / М. М. Єрмолаєв та ін. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2010. Вип. 82. С. 3–8.

27. Продуктивність сівозмін та родючість сірого опідзоленого ґрунту залежно від насичення основними культурами і рівнів

удобрення / Л. В. Дука та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2000. Вип. 42. С. 46–53.

28. Рециркуляція елементів живлення за використання на добриво побічної продукції рослинництва та різних способів основного обробітку ґрунту / В. Я. Ятчук та ін. *Біологічні системи*. 2012. Т. 4, вип. 3. С. 356–359.

29. Танчик С. П., Бабенко А. І. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників у Правобережному Лісостепу. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 19–22.

30. Ткаченко М. А., Літвінов Д. В. Продуктивність типових сівозмін Лісостепу залежно від інтенсивності агрономічного навантаження. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 100–106.

31. Цвей Я. П., Недашківський О. І., Кіселевська М. О. Родючість ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 10. С. 11–15.

32. Цвей Я. П. Формування родючості ґрунту в короткоротаційних сівозмінах Лісостепу. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 38–45.

33. Boyko P. I., Kovalenko N. P. Scientifically innovative aspects are in development and implementation of crop rotations in Ukraine. *Зб. наук. пр. ОДАУ «Агровісник Причорномор'я»*. 2015. № 76. С. 92–99.

34. Gadzalo Ya. M., Kaminsky V. F., Saiko V. F. Crop rotations in agriculture of Ukraine. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2015. Вип. 1. С. 3–6.

35. Kaminsky V. F., Boyko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 1). *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 3–9.

36. Kaminsky V. F., Boyko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine (part 2). *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 4. С. 3–11.

Отримано 04.09.2018