

ВПЛИВ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ НА ФОРМУВАННЯ РОДЮЧОСТІ СІРОГО ЛІСОВОГО ҐРУНТУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ З ЯЧМЕНЕМ ЯРИМ

О. Й. Качмар, О. В. Вавринович, А. О. Дубицька, О. Л. Дубицький, М. М. Щерба

Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН, вул. Грушевського, 5, с. Оброшине, Пустомитівський район, Львівська область, 81115, Україна

Наведено результати дослідження впливу систем удобрення і попередників на динаміку показників ефективної родючості сірого лісового ґрунту. Встановлено, що більший вміст польової та значніші запаси продуктивної вологи, а також посилене накопичення легкогідролізного азоту, рухомих форм фосфору й калію, нестабільних гумусових речовин (лабільного та водорозчинного гумусу) мають місце протягом вегетації ячменю ярого як в зерно-кормовій, так і плодозмінній сівозмінах у варіантах з інтенсивною органо-мінеральною системою удобрення при внесенні безпосередньо під культуру $N_{60}P_{60}K_{60}$. Обґрунтовано вплив складових родючості ґрунту на урожайність та якість зерна ячменю ярого.

Ключові слова: сівозміни, ячмінь ярий, удобрення, родючість ґрунту, поживний режим, лабільний гумус, водорозчинний гумус.

Високопродуктивне екологічно безпечне ведення землеробства базується на ефективному використанні раціональної системи сівозмін, яка визначає агрономічну стратегію підвищення продуктивності ґрунтів, виступає регуляторним чинником управління водним і поживним режимами, фітосанітарним станом посівів, урожайністю сільськогосподарських культур, забезпечує охорону навколишнього середовища [1, 2, 6, 10, 14].

Численними науковими дослідженнями доведено, що в сучасних умовах зростає роль сівозміни як організуючої і функціональної моделі ефективного ведення аграрного виробництва [1, 2, 6–8, 10, 12].

З поглибленням спеціалізації сівозмін ускладнюється система управління родючістю, підвищуються вимоги до ґрунтів. Для досягнення якісно нового рівня біологічної продуктивності польових культур необхідно, щоб у науково обґрунтованих системах землеробства провідними положеннями агротехнічного комплексу були: оптимізація гу-

мусового та агрохімічного стану ґрунтового покриву, корегування балансу поживних речовин і вологи та запобігання явищам ґрунтової й деградації [3].

Науково обґрунтоване застосування добрив у сівозмінах дає можливість регулювати практично всі ґрунтові процеси, оптимізувати режими, які мають місце в ґрунтового середовищі, відновлювати хімічну рівновагу, стабілізувати її на високому концентраційному рівні, формувати оптимальні умови живлення рослин [3, 4, 8, 9, 13, 15].

Мета роботи – дослідити вплив систем удобрення та попередників на вміст польової і продуктивної вологи в сірому лісовому ґрунті, з'ясувати кількісні показники накопичення легкогідролізного азоту, рухомих форм фосфору і калію, нестабільних гумусових речовин впродовж вегетації ячменю ярого; обґрунтувати умови формування величини врожаю та показників якості зерна культури в короткоротаційних сівозмінах.

Матеріали і методи дослідження. Дос-

Інформація про авторів:

Качмар Оксана Йосифівна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу землеробства і відтворення родючості ґрунтів, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0382-6030>

Вавринович Оксана Володимирівна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу землеробства і відтворення родючості ґрунтів, e-mail: vavrynovychoksana@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3466-1432>

Дубицька Ангеліна Олексіївна, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник відділу землеробства і відтворення родючості ґрунтів, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5685-0237>

Дубицький Олександр Леонідович, канд. біол. наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу землеробства і відтворення родючості ґрунтів, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8293-4119>

Щерба Марія Михайлівна, науковий співробітник відділу землеробства і відтворення родючості ґрунтів, e-mail: oksanaostrowska@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0773-6382>

лідження виконано в умовах двофакторного стаціонарного дослідження, закладеного в 2001 р. на сірому лісовому поверхнево-оглеєному ґрунті. Вивчалися два види короткоротаційних польових сівозмін: зерно-кормова (конюшина лучна – пшениця озима – пшениця озима – ячмінь ярий) і плодозмінна (конюшина лучна – пшениця озима – картопля – ячмінь ярий). Накладались дві системи удобрення: інтенсивна з внесенням у розрахунок на гектар сівозмінної площі 10 т гною і мінеральних добрив у зерно-кормовій сівозміні N₄₅P₆₀K₆₀, у плодозмінній – N₅₃P₆₀K₆₀ та альтернативна: застосування на фоні одноразового заорювання за ротацію зеленої маси сидерату (редьки олійної) і щорічного заробляння соломи стерньових попередників N₃₀P₄₁K₄₁ (зерно-кормова сівозміна) і N₃₈P₄₁K₄₁ (плодозмінна сівозміна). У сівозмінах вирощували такі сорти: пшениця озима – Поліська 90, ячмінь ярий – Княжий, картопля – Оксамит, конюшина лучна – Передкарпатська, 6.

Аналітичні дослідження виконували відповідно до стандартних методик. Вміст лабільного гумусу визначали за Єгоровим (ДСТУ 4732:2007); водорозчинного гумусу за Тюріним у модифікації Сімакова (ДСТУ 4731:2007); легкогідролізного азоту за Корнфілдом (ДСТУ 7863:2015); рухомого фосфору та обмінного калію за Кірсановим (ДСТУ 4405:2005). Водно-фізичні властивості ґрунту аналізували: вологість ґрунту термостатно-ваговим методом за Качинським

згідно з ДСТУ ISO 11465:2001; щільність будови ґрунту за ДСТУ ISO 11508: 2005; запаси продуктивної вологи встановлювали розрахунковим методом.

Результати дослідження. Ґрунтова родючість визначається комплексом взаємопов'язаних факторів, надзвичайно важливе місце серед яких належить водним властивостям. Вода в ґрунті забезпечує практично всі фізичні і хімічні процеси; є потужною транспортною системою, яка зумовлює переміщення речовин. Процеси гумусоутворення, хімічні реакції відбуваються тільки у водному середовищі. Нестача вологи нівелює позитивний вплив добрив, обробітку ґрунту та інших засобів агротехніки [11].

Накопичення вологозапасів у сівозмінах є динамічним показником, який залежить від складу і співвідношення культур, фаз розвитку рослин, рівня мінерального живлення, загальної кількості атмосферних опадів і їх розподілу впродовж вегетації, температурного режиму.

Нашими дослідженнями, які були проведені в короткоротаційних сівозмінах з ячменем ярим, встановлено, що в середньому за три роки на період сходів культури в неударених варіантах вміст польової вологи в 0–20 см шарі ґрунту становив 16,5–17,1 %, продуктивної – 29,7–31,2 мм, а в шарі ґрунту 20–40 см – відповідно 17,7–18,4 % та 35,8–36,9 мм (табл. 1).

Внесення безпосередньо під культуру

1. Вміст польової (%) та запаси продуктивної вологи (мм) в ґрунті впродовж вегетації ячменю ярого (2017–2019 рр.)

Сівозміна, попередник, удобрення	Шар ґрунту, см	Період визначення					
		сходи		кокосіння		воскова стиглість зерна	
		%	мм	%	мм	%	мм
<i>Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к. *)</i>							
Контроль	0–20	17,1	31,2	18,1	32,9	15,9	30,6
	20–40	18,4	36,9	19,2	36,5	15,8	32,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–20	18,2	33,5	19,1	36,3	16,9	32,5
	20–40	19,4	38,3	20,5	42,2	16,6	33,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + побічна продукція	0–20	17,6	32,7	18,5	35,3	16,4	31,2
	20–40	18,8	37,5	19,9	40,9	16,2	32,9
<i>Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)</i>							
Контроль	0–20	16,5	29,7	16,8	30,7	15,7	30,7
	20–40	17,7	35,8	18,4	34,9	15,8	32,2
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	0–20	17,6	32,2	18,0	34,4	16,8	32,9
	20–40	19,0	37,7	19,5	40,3	16,6	34,0
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	0–20	16,9	31,0	17,5	33,4	16,1	31,6
	20–40	18,3	36,6	19,0	39,3	16,1	32,9

* Насичення зерновими культурами (те ж саме в таблицях 2–4).

N₆₀P₆₀K₆₀ за інтенсивної системи удобрення в обох сівозмінах зумовлювало найвищі значення досліджуваних показників – 17,6–18,2 % та 32,2–33,5 мм.

У фазі колосіння рослин польова вологість в орному (0–20 см) шарі збільшилась до 16,8–18,1 % в неудообрених варіантах і до 18,0–19,1 % за внесення безпосередньо під культуру N₆₀P₆₀K₆₀. При настанні воскової стиглості зерна ячменю ярого, у зв'язку з тривалим періодом із невисокою кількістю опадів (червень – липень), польова вологість ґрунту знижувалась і становила в контролі 13,4–14,9 %, за використання повних доз мінеральних добрив – 14,8–15,7 %.

Запаси продуктивної вологи змінювались за фазами вегетації культури прямо пропорційно показникам польової вологості і при настанні воскової стиглості зерна в орному шарі ґрунту становили: 27,0–28,3 і 29,1–30,3 мм відповідно за варіантами удобрення (див. табл. 1).

При розробці моделей ефективної родючості ґрунтів важливе місце мають показники, які характеризують поживний режим. Рухомі форми основних елементів живлення є чинниками першого порядку, прямої дії на рослину [5, 6].

Дослідження закономірностей змін динаміки вмісту і напрямів трансформації по-

живних речовин в короткоротаційних сівозмінах з ячменем ярим показали, що краще забезпечення рухомими формами азоту, фосфору й калію протягом всього періоду вегетації культури зумовлювала інтенсивна орґано-мінеральна система удобрення з безпосереднім внесенням N₆₀P₆₀K₆₀. На час появи сходів як в зерно-кормовій, так і плодозмінній сівозмінах вміст сполук легкогідролізного азоту становив 123,1–124,5 мг/кг ґрунту, рухомих форм фосфору і калію – відповідно 127,5–128,4 й 112,8–114,7 мг/кг ґрунту в орному (0–20 см) шарі.

За альтернативної системи удобрення і внесення N₃₀P₃₀K₃₀ показники в обох сівозмінах були нижчими і становили відповідно елементам живлення 112,4–113,0, 113,4–115,5 та 109,0–110,6 мг/кг ґрунту (табл. 2).

До кінця вегетації ячменю ярого кількість рухомих форм основних елементів живлення зменшилась внаслідок використання їх культурою для росту і розвитку та формування продуктивності. У фазі повної стиглості зерна в зазначених варіантах у двох сівозмінах їх вміст становив 98,7–100,5, 111,7–112,6 та 96,1–97,5 мг/кг ґрунту за інтенсивної і 90,8–91,9, 100,4–101,6 та 93,1–94,3 мг/кг ґрунту за альтернативної систем удобрення відповідно легкогідролізного азоту та рухомих форм фосфору і калію.

2. Динаміка змін поживного режиму ґрунту за фазами вегетації ячменю ярого, мг/кг ґрунту (2017–2019 рр.)

Показник родючості	Сівозміна, попередник					
	Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)			Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)		
	контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + побічна продукція	контроль	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀
сходи						
N лг *	96,8	123,1	112,4	97,1	124,5	113,0
P ₂ O ₅	108,2	128,4	115,5	106,3	127,5	113,4
K ₂ O	98,8	114,7	110,6	96,6	112,8	109,0
цвітіння						
N лг	90,0	106,2	96,0	91,4	107,7	97,4
P ₂ O ₅	101,8	116,7	104,6	100,8	115,8	103,4
K ₂ O	93,3	102,8	97,8	92,8	101,4	96,5
повна стиглість зерна						
N лг	85,5	98,7	90,8	87,0	100,5	91,8
P ₂ O ₅	97,5	112,6	101,6	96,1	111,7	100,4
K ₂ O	91,5	97,5	94,3	90,5	96,1	93,1

* Легкогідролізний азот.

Визначальним фактором родючості ґрунту є вміст гумусу. У ньому міститься майже 98 % ґрунтового азоту, 60 % фосфору, 80 % сірки, більшість мікроелементів. Гумус є основним джерелом накопичення поживних речовин та енергетичним матеріалом для більшості ґрунтових мікроорганізмів. Він уповільнює процеси вимивання поживних речовин з кореневмісного шару, підвищує ефективність мінеральних добрив [5].

З позиції живлення на особливу увагу заслуговують рухомі органічні речовини, які забезпечують сприятливі умови для росту і розвитку рослин та формування ними продуктивності. Лабільні й водорозчинні форми гумусу також приймають участь у фізико-біохімічних процесах, що пов'язані з фотосинтезом, диханням і обміном речовин [10].

Результати наших досліджень свідчать, що протягом вегетації ячменю ярого вищі значення рухомих гумусових речовин були в зерно-кормовій сівозміні у варіантах з інтенсивною системою удобрення. Так, при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ безпосередньо під культуру на час появи сходів вміст лабільного гумусу становив 457,23, водорозчинного – 18,27 мг/100 г ґрунту (табл. 3). У разі внесення половинної дози мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$) на фоні побічної продукції – соломи пшениці озимої в альтернативній системі удобрення ці показники дорівнювали 408,17 та 15,86 мг/100 г ґрунту. В плодозмінній сівозміні у вказаних варіантах удобрення нестабільні гумусові речовини набували таких значень: 394,27 і 17,89 та 339,24 і 15,01 мг/100 г ґрунту.

3. Динаміка змін нестабільних гумусових речовин впродовж вегетації ячменю ярого, мг/100 г ґрунту

Удобренья	Форми гумусу					
	лабільний			водорозчинний		
	фази розвитку рослин					
	сходи	колосіння	повна стиглість зерна	сходи	колосіння	повна стиглість зерна
<i>Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)</i>						
Контроль	341,51	299,34	307,98	11,63	10,31	10,42
$N_{60}P_{60}K_{60}$	457,23	418,96	425,79	18,27	14,83	14,91
$N_{30}P_{30}K_{30}$ + побічна продукція	408,17	357,73	363,21	15,86	12,97	13,09
<i>Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)</i>						
Контроль	302,88	287,19	299,11	11,22	9,97	10,19
$N_{60}P_{60}K_{60}$	394,27	348,57	355,51	17,89	14,04	14,11
$N_{30}P_{30}K_{30}$	339,24	293,54	301,39	15,01	12,33	12,47

В усіх варіантах досліджу до настання фази колосіння ячменю мало місце зниження обсягів рухомих гумусових речовин, що пояснюється високою активністю процесів мінералізації в ґрунті на цей період і значним рівнем споживання продуктів іммобілізації рослинами для росту й розвитку. До настання повної стиглості зерна процеси мобілізації гумусу почали переважати над процесами мінералізації, простежувалося підвищення вмісту як лабільного, так і водорозчинного гумусу. На період збирання врожаю ячменю в обох сівозмінах ці показники були в межах 355,51–425,79 мг/100 г ґрунту лабільного і 14,11–14,91 мг/100 г ґрунту водорозчинного

гумусу за інтенсивної та 301,39–363,21 і 12,47–13,09 мг/100 г ґрунту відповідно за альтернативної систем удобрення.

Результативним показником дії комплексу динамічно-функціональних складових родючості ґрунту є урожайність сільськогосподарських культур та якість одержаної продукції. В середньому за три роки досліджень найвищу врожайність зерна одержано у варіантах, де мінеральні добрива вносили в дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ на фоні післядії 40 т гною (табл. 4). За таких умов її показники варіювали в межах від 3,59 т/га в зерно-кормовій сівозміні з попередником пшениця озима до 3,68 т/га в плодозмінній з попередником

картопля. Зменшення дози мінеральних добрив вдвічі на солом'яно-сидеральних фонах призводило до зменшення врожайності зерна на 0,66–0,62 т/га. У варіантах без внесення добрив у досліджуваних сівозмінах одержа-

ли найнижчий урожай зерна ячменю ярого – 2,03–2,15 т/га.

Під впливом вищих доз добрив у сівозмінах простежувалося поліпшення якості зерна (табл. 4). За вмісту білка у варіантах

4. Урожайність і якість зерна ячменю ярого (2017–2019 рр.)

Сівозміна, удобрення	Урожайність, т/га		Маса 1000 зерен, г	Натурна маса, г/л	Вміст білка, %
	зерна	соломи			
<i>Зерно-кормова, попередник пшениця озима (75 % н. з. к.)</i>					
Контроль	2,03	1,99	38,0	542	8,27
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,59	3,52	40,8	564	10,12
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + побічна продукція	2,93	2,87	38,9	550	9,10
<i>Плодозмінна, попередник картопля (50 % н. з. к.)</i>					
Контроль	2,15	2,11	39,1	558	9,24
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	3,68	3,60	42,3	577	11,01
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3,06	3,00	40,5	567	10,27

без добрив у межах 8,27–9,24 %, в удобрених варіантах його кількість становила 9,10–10,12 % в зерно-кормовій сівозміні та 11,01–10,27 % в плодозмінній.

Висновки. Вищий рівень родючості сірого лісового поверхнево-оглеєного ґрунту

мав місце в зерно-кормовій і плодозмінній короткоротаційних сівозмінах з ланкою ячмінь ярий у варіантах з інтенсивною системою удобрення – внесення на гектар сівозмінної площі 10 т гною і N_{45,0-52,5}P_{60,0}K_{60,0} та безпосередньо під культуру N₆₀P₆₀K₆₀.

Використана література

1. Баланс гумусу і поживних речовин у ґрунтах України / А. С. Заришняк та ін. *Вісн. аграр. науки*. 2012. № 1. С. 28–32.
2. Бацула О. О., Скрильник Е. В., Кравець Т. Ф. Вплив добрив і рослинних решток на гумусовий стан ґрунтів. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 1998. № 59. С. 115–121.
3. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Науково-інноваційні аспекти сівозмін в Україні. *Вісн. аграр. науки*. 2006. № 5. С. 24–28.
4. Вологозабезпеченість посівів сільськогосподарських культур у сівозмінах Північного Степу / М. С. Шевченко та ін. *Землеробство: міжвід. темат. наук. зб.* 2016. Вип. 1. С. 53–57.
5. Вплив систем удобрення на динаміку нестабільних гумусових речовин в короткоротаційних сівозмінах / О. Й. Качмар та ін. *Вісн. Львівського нац. аграр. ун-ту: агрономія*. 2019. № 23. С. 234–237.
6. 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.
7. Динаміка лабільних та водорозчинних форм гумусу під впливом систем удобрення та технологій основного обробітку ґрунту в короткоротаційній сівозміні / О. Й. Качмар та ін. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2019. Вип. 65. С. 64–76.
8. Єрмолаєв М. М., Товстенко М. П. Урожайність зернових культур залежно від попередників у Лівобережному Лісостепу. *Зб. наук. пр. ННЦ "Інститут землеробства УААН"*. 2008. Вип. 1. С. 40–43.
9. Єщенко В. О. Місце науково обґрунтованих сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісн. Уманського нац. ун-ту садівництва*. 2014. № 2. С. 3–6.
10. Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісн. аграр. науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
11. Літвінов Д. В. Формування водного режиму ґрунту в системі короткоротаційних сівозмін. *Вісн. аграр. науки*. 2015. № 11. С. 13–18.
12. Медведєв В. В., Лактионова Т. Н., Донцова Л. В. Водные свойства почв Украины и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур. Харьков, 2011. 224 с.
13. Предко І. Г., Резник О. І. Продуктивність зернових культур залежно від попередників у Лівобережному Лісостепу УРСР. *Вісн. с.-х. науки*. 1982. № 5. С. 15–18.
14. Трус О. М. Зміна лабільної частини гумусу ґрунту після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісн. Уманського нац. ун-ту садівництва*. 2013. № 1/2. С. 65–70.
15. Цвей Я. П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін: монографія. Київ, 2014. 416 с.

References

1. Zaryshniak, A. et al. (2012). Balance of humus and nutrients in soils of Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science], 1, 28–32. [in Ukrainian]
2. Batsula, O. O., Skrylnyk, E. V., Kravets, T. F. (1998). Influence of fertilizers and plant residues on soil humus. *Ahrokhimiia i gruntoznavstvo* [Agrochemistry and soil science], 59, 115–121. [in Ukrainian]
3. Boyko, P. I., Kovalenko, N. P. (2006). Scientific and innovative aspects of crop rotation in Ukraine. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science], 5, 24–28. [in Ukrainian]
4. Shevchenko, M. et al. (2016). Moisture availability of crops in crop rotations of the Northern Steppe. *Zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zb* [Agriculture: Intersectionality. theme. of sciences], 1, 53–57. [in Ukrainian]
5. Kachmar, O. J et al. (2019). Influence of fertilizer systems on the dynamics of unstable humic substances in short rotational rotations. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu: ahronomiia* [Bulletin of Lviv National Agrarian University: Agronomy], 23, 234–237. [in Ukrainian]
6. Degodyuk, S. E., Litvinova, O. A., Bodnar, Y. D (2016). Influence of long-term use of fertilizers in crop rotation on changes of potential and effective fertility of gray forest soil. *Zemlerobstvo: mizhvid. temat. nauk. zb*. [Agriculture: Intersectionality. theme. of sciences. Sat], 1, 43–48. [in Ukrainian]
7. Kachmar, O. J. et al. (2019). Dynamics of labile and water-soluble forms of humus under the influence of fertilizer systems and technologies of basic tillage in short rotation rotation. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynystvo* [Foothills and mountain farming and animal husbandry], 65, 64–76. [in Ukrainian]
8. Yermolaev, M. M., Tovstenko, M. P. (2008). Grain yields depending on their predecessors in the Left Bank Forest Steppe. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva UAAN"* [Proceedings of the Scientific Research Center of the National Academy of Sciences of Ukraine], 1, 40–43. [in Ukrainian]
9. Yoshchenko, V. O. (2014). The place of scientifically grounded crop rotations in modern agriculture. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva* [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], 2, 3–6. [in Ukrainian]
10. Kaminsky, V. F., Boyko, P. I. (2013). The role of crop rotation in modern agriculture. [Bulletin of agrarian science], 6, 5–9. [in Ukrainian]
11. Litvinov, D. V. (2015) Formation of soil water regime in the system of short rotation rotations. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of agrarian science], 11, 13–18. [in Ukrainian]
12. Medvedev, V. V., Laktionova T. N., Dontsova L. V. (2011). *Vodnye svoistva pochv Ukrainy y vlagoobespechennost selskokhoziaistvennykh kultur* [Water properties of soils of Ukraine and moisture content of crops]. Kharkov: N. p. 224 p. [in Ukrainian]
13. Predko, I. G., Reznik, O. I. (1982) Grain productivity depending on its predecessors in the Left Bank Forest Steppe of the USSR. *Visnyk silskohospodarskoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science], 5, 15–18. [in Ukrainian]
14. Trus, O. M. (2013). Change of the labile part of soil humus after prolonged use of fertilizers in field rotation. *Visnyk Umanskoho natsionalnoho univer-sytetu sadivnytstva* [Bulletin of the Uman National University of Horticulture], ½, 65–70. [in Ukrainian]
15. Tsvei, Y. P. (2014) *Rodiuchist gruntiv i produktyvnist sivozmin: monohrafiia* [Soil fertility and crop rotation productivity: a monograph]. Kyiv: N. p. 416 p. [in Ukrainian]

УДК 631.582:631.895:631.452

Качмар О. И., Вавринович О. В., Дубицька А. А., Дубицький А. Л., Щерба М. М. Влияние систем удобрения на формирование плодородия серой лесной почвы в короткоротационных севооборотах с яровым ячменем.

Зерновые культуры. 2020. Т. 4. № 1. С. 167–173.

Институт сельского хозяйства Карпатского региона НААН, ул. Грушевского, 5, с. Оброшине, Пустомытовский район, Львовская область, 81115, Украина

Изложены результаты исследований влияния систем удобрения и предшественников на динамику показателей эффективного плодородия серой лесной почвы. Установлено, что более высокое содержание полевой и продуктивной влаги, а также усиленное накопление легкогидролизованного азота, подвижных форм фосфора и калия, нестабильных гумусовых веществ (лабильного и водорастворимого гумуса) формируются в течение вегетации ярового ячменя как в зерно-кормовом, так и плодосменном севооборотах у вариантах интенсивной органо-минеральной системы удобрения при внесении непосредственно под культуру $N_{60}P_{60}K_{60}$. Обосновано влияние составляющих плодородия почвы на урожайность и качество зерна ярового ячменя.

Ключевые слова: севообороты, яровой ячмень, удобрение, плодородие почвы, питательный режим, лабильный гумус, водорастворимый гумус.

Kachmar O. Yo., Vavrynovych O. V., Dubytska A. O., Dubytsky O. L., Shcherba M. M. The influence of fertilizer systems on the formation of fertility of gray forest soil in short-rotational crop rotation under spring barley. Grain Crops. 2020. 4 (1). 167–173.

Institute of Agriculture of the Carpathian region of NAAS, 5, Grushevsky Str., Obrocshyno village, Pustomytsky district, Lviv region, 81115, Ukraine

It is established that the highest fertility level of gray forest surface-covered soil is formed in grain-fodder and short-rotation crop rotations under barley spring in the variants of intensive fertilizer system - application per hectare of crop rotation area 10 tons of manure and $N_{45,0-5,5,5-52,5}$ directly under culture - $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Our studies conducted in short rotation crop rotations under barley spring revealed that, on average, for three years of studies during the period of seedlings of the crop on uncoated variants, the field moisture content in the 0–20 cm layer of soil was 16,5–17,1 %, productive – 29,7–31,2 mm, in the 20–40 cm layer respectively 17,7–18,4 % and 35,8–36,9 mm.

In the mowing phase, the field moisture in the arable (0–20 cm) layer increased to 16,8–18,1 % in the unfertilized variants and to 18,0–19,1 % when applied directly under $N_{60}P_{60}K_{60}$ culture. At the end of the growing season, during the onset of waxy ripeness of spring barley, due to the long period with low rainfall (June-July), the field moisture content of the soil decreased and amounted to 13,4–14,9 % at the control, using full doses of mineral fertilizers – 14,8–15,7 %.

Stocks of productive moisture varied according to the phases of vegetation of the crop in direct dependence on the indicators of field humidity and at the onset of wax ripeness in the arable layer of soil were: 27,0–28,3 mm and 29,1–30,3 mm, respectively, according to fertilizer variants.

The study of the patterns of changes in the dynamics of the content and directions of nutrient transformation in short rotational rotations under barley spring showed that the best level of provision of mobile forms of nitrogen, phosphorus and potassium during the entire period of vegetation of culture provided an intensive organo-mineral system of fertilization of $N_{60}P_{60}K_{60}$. At the time of germination in both forage and fruiting rotations, the content of light hydrolysis nitrogen compounds was 123,1–124,5 mg/kg of soil, mobile forms of phosphorus and potassium, respectively, 127,5–128,4 and 112,8–114,7 mg/kg soil in the arable (0–20 cm) horizon.

In the alternative fertilizer system at the level of mineral nutrition $N_{30}P_{30}K_{30}$, the indices in both crop rotations were lower and amounted to 112,4–113,0, 113,4–115,5 and 109,0–110,6 mg/kg of soil, respectively.

By the end of the spring barley vegetation, the number of mobile forms of the basic nutrients was diminished due to the use of their culture for growth and bioproduction. In the full ripeness phase, in the two variations, the contents were at 98,7–100,5, 111,7–112,6, and 96,1–97,5 mg/kg of soil for intensive and 90,8–91,9, 100,4–101,6 and 93,1–94,3 mg/kg of soil under alternative fertilizer systems, respectively, of light hydrolysis nitrogen and mobile forms of phosphorus and potassium.

The results of our studies showed that during the growing of spring barley, higher values of mobile humic substances were formed in grain-forage crop rotation on variants of an intensive fertilizer system. Thus, when introduced directly into the $N_{60}P_{60}K_{60}$ culture at the time of sprouting, the content of labile humus was 457,23, water-soluble – 18,27 mg/100 g of soil. Half doses of mineral fertilizers ($N_{30}P_{30}K_{30}$) on the background of by-products – winter wheat straw in an alternative fertilizer system formed these indicators at the level of 408,17 and 15,86 mg/100 g of soil. In fruiting rotation on these variants of fertilizers unstable humic substances acquired values: 394,27 and 17,89 and 339,24 and 15,01 mg/100 g of soil.

Effective indicator of the action of a complex of dynamic and functional components of soil fertility is the crop yield and the quality of the products obtained. On average, over three years of research, the highest yields of spring barley grain were obtained on variants where mineral fertilizers were applied at a dose of $N_{60}P_{60}K_{60}$ against the backdrop of 40 tons of manure. Under these conditions, its values varied from 3,59 t/ha in the forage crop rotation with the winter wheat precursor to 3,68 t/ha in the fruit-bearing crop with the potato precursor. Reducing the fertilizer dose by half on straw-pomegranate backgrounds reduced the yield by 0,66–0,62 t/ha. On the variants without fertilizers, the lowest yield of spring barley of 2,03–2,15 t/ha was formed in the studied crop rotations.

Key words: soil tillage systems, fertilizers, soil fertility, humus regime, labile humus, water-soluble humus.