

DOI: [https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-\(65\)-6](https://www.doi.org/10.32636/01308521.2019-(65)-6)

УДК 631.51.021:631.81:631.417.2

**О. Й. КАЧМАР, О. В. ВАВРИНОВИЧ, А. О. ДУБИЦЬКА**, 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](mailto:oksanaostrowska@ukr.net)

**А. І. ВОВК, З. О. КОТИК**, кандидати технічних наук

Національний університет «Львівська політехніка»

вул. Карпінського, 6, м. Львів, 79013, e-mail: [perovich@polynet.lviv.ua](mailto:perovich@polynet.lviv.ua)

## **ДИНАМІКА ЛАБІЛЬНИХ ТА ВОДОРОЗЧИННИХ ФОРМ ГУМУСУ ПІД ВПЛИВОМ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В КОРОТКОРОТАЦІЙНІЙ СІВОЗМІНІ**

*Викладено результати досліджень впливу системи удобрення й основного обробітку ґрунту на протікання гумусотворних процесів у сірому лісовому поверхнево оглеєному ґрунті. Обґрунтовано вищий рівень накопичення рухомих гумусових речовин в орному горизонті ґрунту за мінімалізації технологій його обробітку та при заміні полицевих на безполицеві операції й доведено зворотні закономірності в підорних пластах. Встановлено вищий вплив інтенсивної системи удобрення (на 1 га сівозмінної площі:  $N_{83}P_{78}K_{78} + 10$  т гною) на накопичення лабільного та водорозчинного гумусу порівняно до альтернативної (на 1 га сівозмінної площі:  $N_{33}P_{35}K_{35} + 10$  т гною + побічна продукція + сидерат).*

**Ключові слова:** системи обробітку ґрунту, удобрення, родючість ґрунту, гумусний режим, лабільний гумус, водорозчинний гумус.

© Качмар О. Й., Вавринович О. В., Дубицька А. О.,  
Дубицький О. Л., Щерба М. М., 2019

**Вступ.** Сучасна стратегія раціонального використання та охорони земельних ресурсів має базуватися на принципах екологічно безпечного ведення сільського господарства, які забезпечуються науково обґрунтованими засадами управління родючістю земель, зниження процесів їх деградації, збереження природної рівноваги в екосистемах, формування високопродуктивних екологічно стійких агроландшафтів [4, 9, 10, 14, 18–20].

В умовах інтенсивного сільськогосподарського виробництва серед чинників, які суттєво впливають на ефективність ведення землеробства, важливе місце займають системи основного обробітку ґрунту в сівозмінах [1, 12, 15, 16, 20, 26, 28, 29]. За допомогою їх технологічних операцій регулюють агрофізичні, мікробіологічні та агрохімічні процеси, формують систему заходів боротьби з водною і вітровою ерозією, бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур [3, 5, 11, 14].

Дослідженнями встановлено, що при інтенсивному механічному обробітку ґрунту прискорюється розкладання його органічної складової, збільшуються втрати поживних речовин, погіршуються агрофізичні властивості, що призводить до розвитку ерозійних процесів та погіршення екологічної ситуації [5, 11, 20, 21, 25, 32]. Однак зниження ступеня інтенсивності шляхом необґрунтованої заміни плужного обробітку безвідвальними способами, зменшення його глибини або перехід на no-till технології не завжди є виправданим як з огляду на рівень продуктивності культур, так і екологічну рівновагу в ґрунті. Особливо це стосується ґрунтово-кліматичних умов Карпатського регіону, зокрема цілого спектра ґрунтів важкого гранулометричного складу, перезволожених земель, а також малогумусних, з неглибоким орним горизонтом [11].

Багато вчених встановили, що безполицевий обробіток не має переваг перед оранкою в регулюванні поживного режиму ґрунту, дискусійним є питання щодо його впливу на гумусотвірні процеси. За поверхневого обробітку внесення органічних та мінеральних добрив особливо неефективне за теперішніх нестабільних погодних умов, тоді як добрива, внесені під оранку, діють більш ефективно, оскільки вони потрапляють у шар ґрунту, який довше зберігає вологу. Тому при розробці наукових підходів до формування раціональних екологічно безпечних систем землеробства потрібно здійснювати поглиблені дослідження впливу агротехнічних чинників на ґрунтові системи й режими та вивчати напрями й інтенсивність проходження ґрунтоутворних процесів, і зокрема гумусонакопичення [1, 2, 14, 17, 25].

Гумус є інтегральним показником родючості ґрунтів. Його стійкість повністю залежить від динамічної рівноваги між процесами гуміфікації та мінералізації органічної речовини [6–8, 22–24, 31, 33].

У створенні ефективної родючості ґрунту важливе значення мають рухомі (лабільні) органічні сполуки, що представлені вільними і зв'язаними з рухомими півтораоксидами, а також водорозчинними гумусовими речовинами. Будучи найближчим резервом для поповнення запасів елементів живлення рослин, вони впродовж вегетаційного періоду сільськогосподарських культур внаслідок ферментних та окислювальних процесів слугують джерелом найбільш доступних поживних речовин (можуть мінералізуватися до кінцевих продуктів) і незначною мірою – утворення стабільного гумусу [7, 8, 11, 27, 30].

Кількість рухомих гумусових речовин характеризує біопродуктивні можливості ґрунту і може вказувати на спрямованість ґрунтових процесів. Рухомі органічні речовини як біохімічно активний фонд органічної частини ґрунту здійснюють суттєвий вплив на процеси структуроутворення і акумуляції енергії [30, 31].

Вивчення механізмів впливу різних агрозаходів на вміст і трансформацію органічної речовини потрібне, насамперед, для забезпечення збалансованого використання ґрунтових ресурсів та розробки ефективних заходів моніторингу стабільності агроєкосистеми загалом.

Тому завданням систем основного обробітку як важливої складової землеробства є створення оптимальних умов для забезпечення процесів нагромадження гумусових речовин як важливих показників родючості ґрунту й урожайності сільськогосподарських культур.

**Матеріали і методи.** Дослідження виконано в умовах двофакторного стаціонарного досліду, закладеного в 2000 р. на сірому лісовому поверхнево оглеєному крупнопилувато-легкосуглинковому ґрунті методом розщеплених ділянок. Варіанти першого порядку – системи обробітку ґрунту, другого – системи удобрення (табл. 1). Розміщення варіантів послідовне, повторність трикратна. У сівозміні вирощували культури таких сортів: овес – Ант, кукурудза – Закарпатська зубовидна, кормові боби – Пікуловицькі. Вміст лабільного гумусу досліджували за ДСТУ 4732:2007, водорозчинного – за ДСТУ 4731:2007.

**Результати та обговорення.** Нашими дослідженнями встановлено, що на протікання гумусотворних процесів у ґрунті

проявляли вплив як системи удобрення, так і технології основного обробітку ґрунту.

У посівах кукурудзи найвищі значення лабільного гумусу відзначено в орних пластах на початку вегетації культури на варіантах з внесенням як  $N_{120}P_{90}K_{90} + 40$  т гною, так і  $N_{50}P_{40}K_{40} + 40$  т гною + побічна продукція (солома стерньового попередника – пшениці озимої) + сидерат (післяжнивні посіви редьки олійної), що, очевидно, зв'язано з надходженням у ґрунт достатньої кількості органічної речовини в осінній період й активністю протікання мінералізаційних та іммобілізаційних процесів на час сівби.

До кінця вегетації культури цей показник знижувався, що пояснюється зростанням темпів засвоєння лабільного вуглецю рослинами як поживи. Вищий рівень накопичення рухомих органічних речовин був за інтенсивної системи удобрення (табл. 3). На цих варіантах у фазі сходів він досягав значень 518,22–559,17, при викиданні волотей – 448,91–488,15, у повній стиглості – 427,16–465,88 мг/100 г ґрунту. Альтернативна система забезпечувала за фазами вегетації 434,91–493,11; 371,97–428,61 й 350,14–403,91 мг/100 г ґрунту лабільних гумусових речовин.

Системи основного обробітку ґрунту проявляли вплив як на накопичення лабільного гумусу, так і на його перерозподіл за ґрунтовими пластами. При оранці на 25–27 см у фазі сходів культури вищі значення цього показника були в підорному (20–40 см) шарі (547,13–551,63) порівняно до 518,22–522,08 мг/100 г ґрунту (0–20 см) при інтенсивній та 452,40–460,71 до 434,91–441,12 мг/100 г ґрунту при альтернативній системі удобрення, що пояснюється надходженням органічної речовини за полицевого обробітку на глибину 25–27 см. Такі ж закономірності зберігалися протягом всього вегетаційного періоду. При безполицевих (чизельних) операціях на цю ж глибину вся маса органічної речовини накопичувалася в орних пластах і при мінералізації сприяла формуванню в них протягом вегетації вмісту лабільного гумусу за удобренням у межах 559,17–465,88 й 493,11–403,91 мг/100 г ґрунту. В шарі 20–40 см він був на рівні 508,53–421,67 й 438,47–352,88 мг/100 г ґрунту (табл. 2).

## 1. Схема досліду

№ вар.	Обороток	Система удобрєння ґрунту	Рівень удобрєння на 1 га сівозмінної площі	Сівозміна				вес
				боби кормові	пшениця озима	кукурудза на силос	оранка на	
1	Традиційний	Традиційна	$N_{83}P_{78}K_{78} + 10$ т гною	$N_{120}P_{90}K_{90}$	оранка на 20–22 см	$N_{120}P_{90}K_{90} + 40$ т гною	оранка на 20–22 см	$N_{60}P_{60}K_{60}$
		Альтернативна	$N_{33}P_{35}K_{35} + 10$ т гною + п. п. + сидерат	$N_{50}P_{40}K_{40} +$ п. п.	оранка на 20–22 см	$N_{50}P_{40}K_{40} + 40$ т гною + п. п. + сидерат	оранка на 25–27 см	$N_{30}P_{30}K_{30} +$ п. п.
3	Комбінаний	Традиційна	$N_{83}P_{78}K_{78} + 10$ т гною	$N_{120}P_{90}K_{90}$	оранка на 20–22 см	$N_{120}P_{90}K_{90} + 40$ т гною	оранка на 14–16 см	$N_{60}P_{60}K_{60}$
		Альтернативна	$N_{33}P_{35}K_{35} + 10$ т гною + п. п. + сидерат	$N_{50}P_{40}K_{40} +$ п. п.	оранка на 20–22 см	$N_{50}P_{40}K_{40} + 40$ т гною + п. п. + сидерат	оранка на 25–27 см	$N_{30}P_{30}K_{30} +$ п. п.
5	Мінімальний	Традиційна	$N_{83}P_{78}K_{78} + 10$ т гною	$N_{120}P_{90}K_{90}$	оранка на 14–16 см	$N_{120}P_{90}K_{90} + 40$ т гною	оранка на 10–12 см	$N_{60}P_{60}K_{60}$
		Альтернативна	$N_{33}P_{35}K_{35} + 10$ т гною + п. п. + сидерат	оранка на 14–16 см	оранка на 10–12 см	$N_{50}P_{40}K_{40} + 40$ т гною + п. п. + сидерат	оранка на 25–27 см	$N_{30}P_{30}K_{30} +$ п. п.
6				оранка на 14–16 см	оранка на 10–12 см	$N_{50}P_{40}K_{40} + 40$ т гною + п. п. + сидерат	оранка на 25–27 см	$N_{30}P_{30}K_{30} +$ п. п.

Примітка. П. п. – побічна продукція.

## 2. Вплив систем основного обробітку ґрунту й удобрення на гумусний режим під кукурудзою, попередник – пшениця озима, мг/100 г ґрунту, 2018 р.

Система обробітку ґрунту в сівозміні, обробіток під культуру	Система удобрення					
	інтенсивна (на 1 га сівозмінної площі: N <sub>83</sub> P <sub>78</sub> K <sub>78</sub> + 10 т гною), безпосередньо під культуру: N <sub>120</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub> + 40 т гною			альтернативна (на 1 га сівозмінної площі: N <sub>33</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> + 10 т гною + побічна продукція + сидерат), безпосередньо під культуру: N <sub>50</sub> P <sub>40</sub> K <sub>40</sub> + 40 т гною + побічна продукція + сидерат		
	Фази розвитку рослин					
	сходи	викидання волотей	повна стиглість	сходи	викидання волотей	повна стиглість
Лабільний гумус						
Традиційна, оранка на 25–27 см	518,22	448,91	427,16	434,91	371,97	350,14
	547,13	474,39	453,79	452,40	393,08	373,14
Мінімалізована, чизель на 25–27 см	559,17	488,15	465,88	493,11	428,61	403,91
	508,53	439,23	421,67	438,47	375,07	352,88
Комбінована, оранка на 25–27 см	522,08	457,03	436,54	441,12	380,12	360,08
	551,63	480,11	461,86	460,71	401,03	383,63
Водорозчинний гумус						
Традиційна, оранка на 25–27 см	20,83	16,31	14,91	16,79	13,17	12,39
	22,10	17,64	15,33	18,31	14,87	13,64
Мінімалізована, чизель на 25–27 см	24,15	19,46	17,05	21,92	18,01	16,81
	23,01	18,61	16,12	20,33	16,93	14,23
Комбінована, оранка на 25–27 см	21,01	17,02	15,23	16,91	13,33	12,50
	22,47	18,07	15,47	18,84	14,98	13,71

Примітка. Чизельник – пласт ґрунту 0–20 см, знаменник – 20–40 см.

Такі ж закономірності спостерігали в динаміці й перерозподілі водорозчинних гумусових речовин. Вищі значення цього показника були протягом вегетації культури в орному (0–20 см) шарі на варіантах інтенсивної системи удобрення при проведенні чизелювання на 25–27 см: 24,15–17,05 мг/100 г ґрунту. На варіантах оранки вищий рівень

трансформації водорозчинних гумусових речовин спостерігали в підорних пластах (22,47–18,31 мг/100 г ґрунту).

Дослідження, проведені під посівами бобів кормових, показали динаміку змін рухомих гумусових речовин як за фазами вегетації культури, так системами обробітку ґрунту й удобрення (табл. 3).

### 3. Вплив систем основного обробітку ґрунту й удобрення на гумусний режим під бобами кормовими, попередник – овес, мг/100 г ґрунту, 2018 р.

Система обробітку ґрунту в сівозміні, обробіток під культуру	Система удобрення					
	інтенсивна (на 1 га сівозмінної площі: N <sub>83</sub> P <sub>78</sub> K <sub>78</sub> + 10 т гною), безпосередньо під культуру: N <sub>30</sub> P <sub>70</sub> K <sub>70</sub>			альтернативна (на 1 га сівозмінної площі: N <sub>33</sub> P <sub>35</sub> K <sub>35</sub> + 10 т гною + побічна продукція + сидерат), безпосередньо під культуру: P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + побічна продукція + сидерат		
	Фази розвитку рослин					
	сходи	цвітіння	повна стиглість	сходи	цвітіння	повна стиглість
<b>Лабільний гумус</b>						
Традиційна, оранка на 20–22 см	407,15	372,02	354,25	361,26	332,17	320,95
	351,29	334,15	322,12	339,19	319,05	303,16
Мінімалізована, оранка на 14–16 см	459,21	421,88	408,39	428,11	394,21	381,20
	393,01	374,03	361,35	388,07	363,18	350,77
Комбінована, оранка на 20–22 см	421,41	386,51	369,98	373,05	340,58	325,91
	366,13	349,83	334,77	341,88	324,13	309,57
<b>Водорозчинний гумус</b>						
Традиційна, оранка на 20–22 см	10,83	8,86	8,48	10,06	8,42	8,12
	8,61	7,19	6,89	8,08	6,89	6,51
Мінімалізована, оранка на 14–16 см	12,30	10,54	10,07	11,42	9,71	9,34
	9,84	8,31	7,96	9,28	7,67	7,32
Комбінована, оранка на 20–22 см	10,96	8,97	8,56	9,87	8,51	8,19
	8,73	7,26	6,97	10,18	6,97	6,63

Примітка. Чисельник – пласт ґрунту 0–20 см, знаменник – 20–40 см.

Встановлено, що вищі значення як лабільного, так і водорозчинного гумусу формувалися у верхніх (0–20 см) пластах ґрунту. Вони зменшувалися в міру росту й зростання потреб культури в елементах живлення і найнижчих значень набували на час повної стиглості бобів кормових. Полицеві операції обробітку формували гомогенізовану структуру верхніх пластів на різні глибини й забезпечували надходження органічних добрив за мілкої оранки в пласт ґрунту 0–16 см, за традиційної – в 0–20 см. Тому за однакових обсягів надходження органічної речовини вищий рівень гумусонакопичення був при оранці на 14–16 см і становив 459,21–408,39 мг/100 г лабільного й 12,30–10,07 мг/100 г ґрунту водорозчинного гумусу за інтенсивної при внесенні безпосередньо під культуру  $N_{30}P_{70}K_{70}$  та 428,11–381,20 мг/100 г лабільного й 11,42–9,34 мг/100 г ґрунту водорозчинного гумусу за альтернативної системи удобрення при застосуванні  $P_{30}K_{30}$  + побічна продукція + сидерат.

Найвищі показники вмісту рухомої гумусної речовини під вівсом відзначено в період сходів на варіантах дискування на 10–12 см при внесенні безпосередньо під культуру  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + побічна продукція як в орному, так і підорному пластах: 477,04–413,46 й 436,69–372,91 мг/100 г ґрунту лабільного та 17,03–15,98 й 14,87–13,64 мг/100 г ґрунту водорозчинного гумусу (табл. 4).

#### 4. Вплив систем основного обробітку ґрунту й удобрення на гумусний режим під вівсом, попередник – кукурудза, мг/100 г ґрунту, 2018 р.

Система обробітку ґрунту в сівозміні, обробіток під культуру	Система удобрення					
	інтенсивна (на 1 га сівозмінної площі: $N_{83}P_{78}K_{78}$ + 10 т гною), безпосередньо під культуру: $N_{60}P_{60}K_{60}$			альтернативна (на 1 га сівозмінної площі: $N_{33}P_{35}K_{35}$ + 10 т гною + побічна продукція + сидерат), безпосередньо під культуру: $N_{30}P_{30}K_{30}$ + побічна продукція		
	Фази розвитку рослин					
	сходи	колосіння	повна стиглість	сходи	колосіння	повна стиглість
1	2	3	4	5	6	7
Лабільний гумус						
Традиційна, оранка на 20–22 см	438,21	398,02	409,93	383,24	349,87	358,95
	397,88	360,12	369,78	346,81	311,53	319,54



1	2	3	4	5	6	7
Мінімалізована, дискування на 10–12 см	477,04	438,18	444,53	413,46	381,01	392,11
	436,69	401,59	412,01	372,91	342,07	350,74
Комбінована, дискування на 14–16 см	461,34	425,47	435,18	401,42	368,94	379,91
	422,74	392,24	402,31	363,78	330,15	341,74
Водорозчинний гумус						
Традиційна, оранка на 20–22 см	14,32	12,28	12,50	13,21	11,01	11,43
	12,13	10,63	10,71	11,07	9,95	10,28
Мінімалізована, дискування на 10–12 см	17,03	14,96	15,13	15,98	13,62	13,79
	14,87	12,59	12,78	13,64	11,84	12,11
Комбінована, дискування на 14–16 см	16,81	14,77	14,99	15,63	13,37	13,68
	14,33	12,41	12,74	13,49	11,76	12,01

Примітка. Чисельник – пласт ґрунту 0–20 см, знаменник – 20–40 см.

Збільшення глибини дискування до 14–16 см призводило до зниження процесів гумусонагромадження до 461,34–401,42 й 422,74–363,78 та 17,03–15,98 й 14,87–13,64 мг/100 г ґрунту відповідно лабільного та водорозчинного гумусу в орному та підорному пластах. Заміна безполицевих операцій на відвальну оранку (20–22 см) спричиняла формування найнижчих значень рухомих форм гумусу: 438,21–383,24 й 397,88–346,81 та 14,32–13,21 й 12,13–11,07 мг/100 г ґрунту відповідно за системами удобрення та глибиною визначень.

У фазі колосіння за всіма варіантами обробітку ґрунту й удобрення вміст рухомих гумусових речовин знижувався внаслідок максимального їх використання для живлення рослин. За повної стиглості зерна культури спостерігали тенденцію до збільшення в ґрунті як лабільних, так і водорозчинних сполук гумусу. Так, залежно від операції обробітку ґрунту вміст лабільного гумусу був за інтенсивної системи удобрення в межах 409,93–444,53, водорозчинного – 12,50–15,13 мг/100 г ґрунту, за альтернативної – 358,95–392,11 й 11,43–13,79 мг/100 г ґрунту. При вирощуванні кукурудзи на силос і бобів кормових такої закономірності не спостерігали, зниження рухомих гумусових речовин відбувалося до закінчення вегетації цих культур. Це, очевидно, пояснюється тим, що досягання вієса проходить у час, коли для ґрунту ще характерна висока біологічна активність, а споживання органічного вуглецю

культурою знижується й іммобілізаційні процеси починають переважати над мінералізаційними.

Таким чином, встановлено, що способи обробітку та системи удобрення є вагомими факторами, які впливають на трансформацію й перерозподіл лабільних і водорозчинних гумусових речовин ґрунту.

**Висновки.** Системи основного обробітку ґрунту проявляють вплив як на накопичення лабільного й водорозчинного гумусу, так і на їх перерозподіл за ґрунтовими пластами.

У посівах кукурудзи найвищі значення лабільного гумусу формуються в орних пластах на початку вегетації культури на варіантах з внесенням як  $N_{120}P_{90}K_{90} + 40$  т гною, так і  $N_{50}P_{40}K_{40} + 40$  т гною + побічна продукція (солома стерньового попередника – пшениці озимої) + сидерат (післяжнивні посіви редьки олійної).

Оранка на 25–27 см у фазі сходів кукурудзи забезпечує вищі значення лабільного гумусу в підорному (20–40 см) шарі (547,13–551,63) порівняно до 518,22–522,08 мг/100 г ґрунту орного горизонту (0–20 см) за інтенсивної та 452,40–460,71 до 434,91–441,12 мг/100 г ґрунту за альтернативної системи удобрення.

Чизельні операції протягом вегетації культури на зазначених фонах удобрення в шарі 0–20 см сприяють формуванню 559,17–465,88 й 493,11–403,91, в шарі 20–40 см – 508,53–421,67 й 438,47–352,88 мг/100 г ґрунту лабільного гумусу.

Вищий рівень гумусонакопичення під бобами кормовими був при оранці на 14–16 см і становив 459,21–408,39 мг/100 г лабільного й 12,30–10,07 мг/100 г ґрунту водорозчинного гумусу за інтенсивної при внесенні безпосередньо під культуру  $N_{30}P_{70}K_{70}$  та 428,11–381,20 мг/100 г лабільного й 11,42–9,34 мг/100 г ґрунту водорозчинного гумусу за альтернативної системи удобрення при застосуванні  $P_{30}K_{30}$  + побічна продукція + сидерат.

Найвищі показники вмісту рухомої гумусної речовини під вівсом відзначено в період сходів на варіантах дискування на 10–12 см при внесенні безпосередньо під культуру  $N_{60}P_{60}K_{60}$  та  $N_{30}P_{30}K_{30}$  + побічна продукція як в орному, так і підорному пластах: 477,04–413,46 й 436,69–372,91 мг/100 г ґрунту лабільного та 17,03–15,98 й 14,87–13,64 мг/100 г ґрунту водорозчинного гумусу.

Заміна безпліцевих операцій на відвальну оранку (20–22 см) під вівсом спричиняє формування найнижчих значень рухомих форм гумусу: 438,21–383,24 й 397,88–346,81 та 14,32–13,21 й 12,13–11,07 мг/100 г ґрунту відповідно за системами удобрення та глибиною визначень.

### **Список використаної літератури**

1. Бітюкова Л. Б., Драч Ю. О., Малієнко А. М. Вплив тривалого застосування способів обробітку на мікробний ценоз і гумусний стан дерново-підзолистого ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 1999. № 9. С. 12–17.
2. Бовсуновський А. М. Вплив побічної продукції та сидерату на гумусний стан світло-сірого ґрунту. *Землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* 2009. Вип. 81. С. 47–51.
3. Борин А. А. Совершенствование обработки почвы под зерновые в полевом севообороте. *Зерновое хозяйство*. 2003. № 4. С. 20–22.
4. Волкогон В. В. Біологічні аспекти адаптивних систем землеробства. *Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів / за ред. В. Ф. Камінського*. Київ, 2013. С. 95–107.
5. Ворона Л. І., Кочик Г. М., Мисловська О. І. Залежно від обробітку. *Захист рослин*. 2009. № 5. С. 11.
6. Гамалей В. І., Шкарівська Л. І. Зміни вмісту і запасів органічного вуглецю у темно-сірому опідзоленому ґрунті залежно від системи удобрення. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УАН»*. 2009. Вип. 4. С. 23–29.
7. Дегодюк С., Літвінова О., Боднар Ю. Вплив тривалого застосування добрив на гумусний режим сірого лісового ґрунту. *Вісник Львівського національного аграрного університету : агрономія*. 2011. № 15 (2). С. 88–94.
8. 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.
9. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Використання земельних ресурсів в агропромисловому виробництві України у контексті світового стабільного розвитку. *Землеробство : міжвід. темат. наук. зб.* 2013. Вип. 85. С. 5–13.
10. Камінський В. Ф. Стабілізація землекористування як основа розвитку адаптивного землеробства у світлі вчення В. В. Докучаєва. *Агрохімія і ґрунтознавство : міжвід. темат. наук. зб.* 2014. Вип. 81. С. 112–117.
11. Качмар О. Й., Вавринович О. В. Формування гумусного стану сірого лісового ґрунту під впливом систем основного обробітку

грунту та рівнів удобрення. *Агрохімія і ґрунтознавство* : спец. випуск до IX з'їзду УТГА (м. Миколаїв, 30 черв. – 4 лип. 2014 р.). Харків, 2014. С. 263–265.

12. Кирюшин В. И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия. *Земледелие*. 2006. № 5. С. 12–14.

13. Корчинська О. А. Організаційно-економічне регулювання розширеного відтворення родючості ґрунтів. Київ, 2015. 360 с.

14. Кочик Г. М. Гумусний стан дерново-підзолистого ґрунту за різних систем основного обробітку і удобрення. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 2. С. 47–57.

15. Красюк Л. М. Вплив основного обробітку та гербіцидів на біологічну активність сірого лісового ґрунту. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2011. Вип. 1/2. С. 3–9.

16. Медведев В. В. Физические свойства и обработка почв в Украине. Харьков, 2013. 224 с.

17. Мінімізація механічного обробітку ґрунту в п'ятипільних польових сівозмінах Центрального Лісостепу України / І. Д. Примак та ін. *Наук. пр. Полтавської ДАА*. 2005. Т. 4. (23). С. 150–155.

18. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / М. В. Зубець та ін. Київ, 2010. 980 с.

19. Науково-методичні засади управління земельними ресурсами з адаптивного землевпорядкування / В. Ф. Камінський та ін. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2016. Вип. 1. С. 3–9.

20. Обробіток ґрунту та наукові основи його мінімізації / В. О. Єщенко та ін. Умань, 2011. 308 с.

21. Плоскорізне розпушування в системі зяблевого обробітку чорноземного ґрунту і забур'яненість посівів / Г. В. Коваль та ін. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2017. Вип. 1. С. 78–84.

22. Полупан М. І., Величко В. А., Соловей В. Б. Родючість ґрунту як природно-антропогенна його властивість, її види та параметрична оцінка. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 2. С. 17–24.

23. Продуктивна здатність ґрунтів Лісостепу за природною та ефективною родючістю / М. І. Полупан та ін. *Вісник аграрної науки*. 2009. № 7. С. 27–31.

24. Родючість ґрунтів Лісостепу України за різної інтенсивності їх використання / А. Д. Балаєв та ін. *Наукові праці. Екологія* / НУБіП. 2011. Вип. 140, т. 152. С. 16–20.

25. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Мінімальний та нульовий обробітку ґрунту, стан і перспективи їх запровадження в Україні. *Посібник українського хлібороба*. 2009. С. 178–188.

26. Сайко В. Ф., Малієнко А. М. Системи обробітку ґрунту в Україні. Київ, 2007. 44 с.

27. Смаглій О. Ф., Матвійчук Б. В. Особливості біологізації землеробства в Поліссі. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2008. Вип. 1. С. 20–33.

28. Сучасні системи землеробства і технології вирощування сільськогосподарських культур / за ред. В. Ф. Камінського. Київ, 2012. 196 с.

29. Томашівський З. М., Іванюк В. Я. Системи обробітку ґрунту в Україні та світі. Матеріали Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «*Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії*» (смт Дубляни, 9–13 черв. 2014 р.). Львів, 2014. С. 154–160.

30. Трус О. М. Зміна лабільної частини гумусу ґрунту після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2013. № 1/2. С. 65–70.

31. Черенков А. В., Чабан В. І., Подобед О. Ю. Трансформація показників родючості чорнозему типового за різних систем удобрення у сівозміні. *Землеробство* : міжвід. темат. наук. зб. 2016. Вип. 1. С. 37–42.

32. Ямчук В. Я. Вплив основного обробітку сірого лісового ґрунту на біологічну активність та азотний режим. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства УААН»*. 2007. Вип. 2. С. 16–21.

33. Nebbioso A., Piccolo A. Advances in Humeomic: enhanced structural identification of humic molecules after size fractionation of a soil humic acid. *Analytica Chimica*. 2012. № 720. P. 77–90.

Отримано 20.02.2019