

УДК 631.81:631.417  
© 2013

*Я.П. Цвей,*  
доктор сільсько-  
господарських наук

*В.В. Іваніна,*  
кандидат сільсько-  
господарських наук

Інститут  
біоенергетичних культур  
і цукрових буряків НААН

*О.Т. Петрова,*  
кандидат сільсько-  
господарських наук

Білоцерківська дослідно-  
селекційна станція ІБКЦБ

## ГРУПОВИЙ ТА ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ГУМУСУ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В РІЗНОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

*Доведено, що використання органо-мінеральних систем удобрення та зменшення в сівозміні частки буряків цукрових до 17% позитивно впливали на якісний склад гумусу і стабілізували співвідношення  $C_{TK}:C_{FK}$  на рівні 1,77–1,82. Процес гуміфікації супроводжувався поглибленою трансформацією органічної речовини добрив у стабільні компоненти гумусу, збільшуючи частку нерозчинного залишку порівняно з контролем на 0,12–0,14%.*

**Ключові слова:** гумус, груповий склад, сівозміни, система удобрення

У складній системі природних сполук та антропогенних новоутворень, які формують ґрунт як цілісну екосистему, гумус є головним її елементом, здатним підтримувати екологічну рівновагу, визначати рівень природної та ефективної родючості ґрунтів. Стабільність ґрунтової системи багато в чому залежить від рівня забезпечення ґрунту органічною речовиною, її якісного складу і спрямованості процесів трансформації органічної речовини в ґрунті.

Дослідження останніх років свідчать про те, що рівень забезпечення ґрунтів України органічною речовиною залишається на критично низькому рівні (щороку втрачається гумус становлять 0,6–1 т/га) [2, 3, 7]. Окультурення та інтенсивне використання ґрунтів призвело до утворення якісно відмінного гумусного комплексу, який характеризується меншою стійкістю до пептизації за умов підкислення ґрунтового розчину і має низьку здатність до утворення колоїдів з високою поверхневою енергією. Наслідком цього стало погіршення агрофізичних та агрохімічних властивостей ґрунтів [1, 4].

Регуляторними механізмами стабілізації запасів та поліпшення якісного складу гумусу можуть бути система удобрення з використанням традиційних та альтернативних джерел органіки і сівозміни екологічно збалансованої структури [5, 6].

У стаціонарних польових дослідях, проведених на Білоцерківській дослідно-селекційній станції (умови нестійкого зволоження зони Лісостепу), вивчали вплив різних систем удобрення і структури зерно-бурякової сівозміни на за-

паси та якісний склад гумусу в чорноземі типовому вилугуваному важкосуглинковому.

**Матеріали і методика досліджень.** Дослідження здійснювали в стаціонарному польовому досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції впродовж 2-х ротаций (1995–2011 рр.) зерно-бурякової сівозміни.

ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий вилугуваний глибокий, малогумусний крупнопилувато-середньосуглинковий з умістом гумусу в шарі 0–30 см 3,6–4,1%, рухомих форм фосфору і калію (за Чиріковим) — відповідно 130–150 і 50–70, азоту лужногідролізованого (за Корнфілдом) — 120–140 мг/кг ґрунту.

Чергування культур у зерно-буряковій сівозміні: III ротація (40% — просапних, 50 — зернових, 10% — кормових): редька олійна — пшениця озима — буряки цукрові — горох — пшениця озима — буряки цукрові — кукурудза на зелений корм — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь; IV ротація (17% — просапних, 50 — зернових, 33% — кормових): ячмінь + конюшина — конюшина — пшениця озима — вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові.

Величина облікової ділянки — 100 м<sup>2</sup>, повторність — 3-разова. Агротехніка вирощування культур — загальноприйнята для зони.

Норми внесення добрив на 1 га сівозмінної площі в III ротації становили: мінеральних — N<sub>50</sub>P<sub>66</sub>K<sub>66</sub>, органічних — 9 т; IV ротації — відповідно N<sub>43</sub>P<sub>43</sub>K<sub>43</sub> і 8,3 т. Мінеральні добрива в III ротації вносили під усі культури сівозміни за винятком редьки олійної; IV — під буряки цукрові, пшеницю озиму (у 2-х полях) та конюши-

1. Зміна групового складу гумусу чорнозему типового залежно від структури сівозміни та удобрення, БЦДС (1995–2011 рр.)

Варіант	Система удобрення	Шар грунту, см	Вуглець гумусу, % до маси ґрунту			Вуглець, % до маси ґрунту (вилучений сумішшю $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH}$ )						Вуглець нерозчинного запашку, % до маси ґрунту			$C_{\text{гк}}/C_{\text{фк}}$		
			1995	2005	2011	гумінових кислот			фульвокислот			1995	2005	2011	1995	2005	2011
						1995	2005	2011	1995	2005	2011						
11	Без добрив	0–30	2,02	1,87	1,83	0,78	0,69	0,68	0,49	0,49	0,47	0,75	0,69	0,68	1,59	1,41	1,45
		30–40	1,77	1,71	1,69	0,64	0,61	0,59	0,39	0,40	0,37	0,74	0,70	0,73	1,64	1,53	1,59
		40–60	1,64	1,62	1,62	0,64	0,63	0,62	0,34	0,34	0,34	0,34	0,66	0,65	0,66	1,88	1,85
2	NPK	0–30	2,12	1,98	1,94	0,87	0,81	0,79	0,51	0,50	0,50	0,74	0,67	0,65	1,71	1,62	1,58
		30–40	1,72	1,67	1,65	0,62	0,60	0,60	0,36	0,36	0,36	0,74	0,71	0,69	1,72	1,67	1,67
		40–60	1,59	1,57	1,56	0,59	0,57	0,56	0,34	0,34	0,34	0,66	0,66	0,66	1,74	1,68	1,65
4	NPK + побічна продукція	0–30	2,20	2,18	2,20	0,91	0,87	0,89	0,52	0,52	0,49	0,77	0,79	0,82	1,75	1,67	1,82
		30–40	1,76	1,75	1,76	0,64	0,64	0,66	0,38	0,37	0,37	0,74	0,75	0,73	1,68	1,73	1,78
		40–60	1,67	1,66	1,66	0,64	0,64	0,64	0,35	0,35	0,35	0,68	0,67	0,67	1,83	1,83	1,83
13	NPK + гній	0–30	2,15	2,11	2,13	0,89	0,85	0,85	0,50	0,49	0,48	0,76	0,77	0,80	1,78	1,74	1,77
		30–40	1,81	1,79	1,80	0,68	0,65	0,67	0,41	0,40	0,38	0,72	0,74	0,75	1,66	1,63	1,76
		40–60	1,61	1,61	1,61	0,62	0,62	0,63	0,34	0,34	0,34	0,65	0,65	0,64	1,82	1,82	1,85
НІР <sub>0,5</sub>			0,07	0,07	0,08	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	–	–	–
Примітка. NPK в III ротатії відповідає нормі $\text{N}_{50}\text{P}_{66}\text{K}_{66}$ , IV — $\text{N}_{43}\text{P}_{43}\text{K}_{43}$ ; гній — відповідно 9 та 8,3 т на 1 га сівозмінної площі.																	

**2. Вплив системи удобрення та структури сівозміни на фракційний склад гумінових кислот, БЦДСС (1995–2011 рр.)**

Варіант	Система удобрення	Шар ґрунту, см	Вільних і зв'язаних з R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> гумінових кислот						Зв'язаних з Са гумінових кислот					
			% до маси ґрунту			% від C <sub>гк</sub>			% до маси ґрунту			% від C <sub>гк</sub>		
			1995	2005	2011	1995	2005	2011	1995	2005	2011	1995	2005	2011
11	Без добрив	0–30	0,12	0,11	0,11	15,4	15,9	16,2	0,66	0,58	0,57	84,6	84,1	83,8
		30–40	0,10	0,10	0,09	15,6	14,5	15,3	0,54	0,51	0,50	84,4	85,5	84,7
		40–60	0,09	0,09	0,09	14,1	14,3	14,5	0,55	0,54	0,53	85,9	85,7	85,5
2	NPK	0–30	0,18	0,17	0,16	20,7	21,5	20,8	0,69	0,62	0,61	79,3	78,5	79,2
		30–40	0,11	0,11	0,10	17,7	18,3	16,7	0,51	0,49	0,50	82,3	81,7	83,3
		40–60	0,10	0,09	0,09	17,2	16,4	16,7	0,48	0,46	0,45	82,8	83,6	83,3
4	NPK + побічна продукція	0–30	0,18	0,18	0,17	19,8	20,7	19,1	0,73	0,69	0,72	80,2	79,3	80,9
		30–40	0,10	0,10	0,09	15,6	15,6	13,6	0,54	0,54	0,57	84,4	84,6	86,4
		40–60	0,09	0,09	0,09	14,1	14,1	14,1	0,55	0,55	0,55	85,9	85,9	85,9
13	NPK + гній	0–30	0,17	0,16	0,16	19,1	18,8	18,4	0,72	0,69	0,71	80,9	81,2	81,6
		30–40	0,10	0,10	0,10	14,7	15,4	14,9	0,58	0,55	0,57	85,3	84,6	85,1
		40–60	0,09	0,09	0,09	14,5	14,5	14,3	0,53	0,53	0,54	85,5	85,5	85,7

Примітка. NPK у III ротації відповідає нормі N<sub>50</sub>P<sub>66</sub>K<sub>66</sub>, IV — N<sub>43</sub>P<sub>43</sub>K<sub>43</sub>; гній — відповідно 9 та 8,3 т на 1 га сівозмінної площі.

ну. У III ротації заробляли в ґрунт побічну продукцію всіх культур сівозміни, крім редьки олійної; IV — лише пшениці озимої (у 2-х полях) та буряків цукрових.

Зразки ґрунту відбирали з шарів 0–30 см, 30–40 та 40–60 см у 1-му полі сівозміни на початок і кінець III ротації (1995–2005 рр.) та кінець IV ротації (2011 р.). Уміст загального гумусу в ґрунті визначали за Тюрнімом. Груповий склад гумусу — за Тюрнімом у модифікації Конової і Бельчикової.

**Результати досліджень** свідчать про те, що система удобрення і структура сівозміни здатні впливати на процес трансформації органічної речовини в ґрунті, змінюючи при цьому якісні показники гумусу.

На початок III ротації вміст органічної речовини в чорноземі типовому вилугуваному коливався від 1,59 до 2,20% у вуглецевому еквіваленті, що відповідало запасам гумусу в шарі 0–60 см 230–242 т/га. За складом гумінових і фульвокислот гумус належить до гуматного типу (C<sub>гк</sub>:C<sub>фк</sub> = 1,59–1,88). З глибиною ґрунтового профілю якісні показники гумусу дещо поліпшувалися. На фоні абсолютного зменшення вмісту гумусу в глибших шарах ґрунту в його складі зростала частка гумінових кислот,

що надавало йому ознак стабільності (табл. 1).

Упродовж тривалого використання чорнозему типового в умовах зерно-бурякової сівозміни гумус зазнавав кількісних і якісних змін.

У варіанті без унесення добрив у гумусі верхнього (0–30 см) шару за період 2-х ротацій зерно-бурякової сівозміни посилюлися процеси фульватизації. Інтенсивнішим цей процес виявився у III ротації, коли в структурі сівозміни не було багаторічних трав, а частка просапних культур становила 40%, зокрема буряків цукрових — 30%. Співвідношення C<sub>гк</sub>:C<sub>фк</sub> за період III ротації зменшилося в орному шарі з 1,59 на початку до 1,41 наприкінці. В умовах реформованої сівозміни (IV ротація) з часткою буряків цукрових 17% та бобових культур — 33% якісні показники гумусу стабілізувалися, а співвідношення C<sub>гк</sub>:C<sub>фк</sub> збільшилося до 1,45.

Погіршення якості гумусу в III ротації (частка буряків цукрових 30%) у варіанті без добрив спостерігалось і в глибших шарах — 30–40 та 40–60 см, однак зміни були менш вираженими, ніж в орному шарі.

Із запровадженням мінеральної чи органічної систем удобрення збільшувався ступінь гуміфікації гумусу порівняно з варіантом без добрив з 38,6 до 41–41,4%. Зростання

частки гумінових кислот у складі гумусу простежувалося в усіх варіантах з унесенням добрив і супроводжувалося збільшенням співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  порівняно з контрольним варіантом. Найбільш вираженими ці процеси були у верхньому (0–30 см) шарі, з глибиною різниця між варіантами нівелювалася.

Слід зазначити, що ступінь впливу систем удобрення на загальний стан гумусу чорнозему типового вилугуваного був різним.

Застосування мінеральної системи удобрення зменшувало загальні запаси вуглецю органічної речовини ґрунту впродовж 2-х ротацій на 0,18% (шар 0–30 см), 0,07 (30–40 см), 0,03% (40–60 см), що відповідало втратам гумусу в шарі 0–60 см 14 т/га. На фоні зменшення загальних запасів гумусу за мінеральної системи удобрення в часі зменшувалося співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$ . Так, за період III ротації співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  зменшилося на 0,09, IV — 0,04, що відбувалося за рахунок зменшення абсолютного вмісту гумінових кислот у ґрунті та збереження на початковому рівні вмісту фульвокислот. Це є свідченням того, що в часі мінеральна система удобрення сприяла процесам фульватизації гумусу. Найбільше вони виявлялися у III ротації, коли в сівозміні не було багаторічних трав, а буряки цукрові займали 30%.

Застосування мінеральних добрив підвищувало рухомість гумінових кислот. Частка вільних і зв'язаних з півтораоксидами гумінових кислот від їх загального вмісту в шарі 0–30 см становила 20,7–21,5%, що порівняно з варіантом без добрив впродовж ротацій сівозміни було на 4,6–5,6% вище. Підвищення мобільності гумінових кислот спостерігалось і в нижніх шарах ґрунту. У шарі 30–40 см частка зазначеної вище фракції гумінових кислот становила 16,7–18,3%, 40–60 см — 16,4–17,2%, що було відповідно на 2,2–2,7 та 2,1–3,1% більше, ніж на контролі (табл. 2).

Варто наголосити, що з унесенням мінеральних добрив зменшувалося співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  у нижньому горизонті 40–60 см порівняно з варіантом без добрив, що могло бути наслідком посиленого вимивання фульвокислот у цьому варіанті.

Стабілізувальний вплив на гумусний стан чорнозему типового вилугуваного мало застосування традиційної та альтернативної органо-мінеральних систем удобрення. Наявність органічного компонента в складі добрив стабілізувало вміст органічної речовини ґрунту впродовж обох ротацій сівозміни. Так, у варі-

анті із заорюванням побічної продукції на фоні внесення мінеральних добрив уміст вуглецю органічної речовини ґрунту залишався стабільним впродовж 2-х ротацій у шарі 0–30 см — на рівні 2,20, 30–40 см — 1,76, 40–60 см — 1,66%, що відповідало запасам гумусу в шарі 0–60 см 242 т/га. Аналогічна закономірність спостерігалася у варіанті з унесенням гною на фоні мінеральних добрив — запаси гумусу в шарі 0–60 см стабілізувалися на рівні 236 т/га.

Органо-мінеральні системи удобрення позитивно впливали на якісний склад гумусу. Поєднане внесення органічних і мінеральних добрив підвищувало абсолютний уміст гумінових кислот у ґрунті порівняно з мінеральною системою удобрення на кінець III ротації на 0,04–0,06, IV — 0,06–0,10% та стабілізувало впродовж 2-х ротацій зерно-бурякової сівозміни їх абсолютну кількість на рівні 0,85–0,89%.

Слід зазначити, що величина співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  залежала від типу сівозмін. Так, у III ротації, коли в структурі сівозміни частка буряків цукрових становила 30% і в її складі не було багаторічних трав, відбувалося значне накопичення фульвокислот у верхній частині профілю. Унаслідок цього на кінець ротації співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  зменшилося за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення на 0,08, традиційної — 0,04 і становило відповідно 1,67 та 1,74. Зменшення в наступній ротації частки буряків цукрових у структурі сівозміни до 17% і введення бобових трав на рівні 33% сприяли стабілізації якісного складу гумусу. За період IV ротації співвідношення  $C_{гк}:C_{фк}$  збільшилося за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення на 0,15, традиційної — 0,03 і становило відповідно 1,82 та 1,77.

Органо-мінеральні системи удобрення порівняно з контрольним варіантом підвищували рухомість гумінових кислот у верхньому шарі ґрунту 0–30 см. За домінування в складі гумінових кислот фракції, зв'язаної з кальцієм (79,3–81,6% від їх загального вмісту), частка вільних і зв'язаних з півтораоксидами кислот зросла порівняно з контролем на 3,0–4,5% і становила 18,4–20,7%, що свідчить про інтенсивніший перебіг процесів гумусоутворення в цих варіантах.

Запровадження органо-мінеральних систем удобрення сприяло зростанню нерозчинного залишку в складі гумусу, що також було характерним для верхнього шару 0–30 см. На кінець II ротації абсолютна частка нерозчинного за-

лишку порівняно з контролем зросла на 0,12–0,14%, що підтверджує комплексний характер процесів гумусоутворення, які супроводжують-

ся глибокою трансформацією органічної речовини добрив у малорухомі і досить стабільні складові гумусу.

### **Висновки**

Використання мінеральної системи удобрення в умовах зерно-бурякової сівозміни посилювало в часі процеси фульватизації гумусу, зменшувало співвідношення  $S_{гк}:C_{фк}$  та підвищувало рухомість гумінових кислот. Найбільше процеси фульватизації виявлялися у III ротації, коли в структурі сівозміни не було багаторічних трав, а частка буряків цукрових становила 30%. Співвідношення  $S_{гк}:C_{фк}$  за період III ротації в шарі 0–30 см зменшилося з 1,71 до 1,62. Органо-мінеральні системи

удобрення забезпечували стабільність кількісного та якісного складу гумусу, сприяли зростанню абсолютної кількості гумінових кислот порівняно з мінеральною системою удобрення в III ротації на 0,04–0,06, IV — 0,06–0,10 абсолютних відсотків і стабілізували співвідношення  $S_{гк}:C_{фк}$  упродовж ротацій на рівні 1,77–1,82. Трансформація органічної речовини добрив супроводжувалася зростанням абсолютної частки нерозчинного залишку порівняно з контролем на 0,12–0,14%.

### **Бібліографія**

1. Бацула А.А. Трансформация гумусовых кислот черноземов Левобережной Лесостепи УССР при применении различных форм удобрений/А.А. Бацула, Ф.Т. Кравец//Почвоведение. — 1992. — № 1. — С. 133–138.  
2. Булигін С.Ю. Гумусний стан чорноземів України/С.Ю. Булигін, В.В. Дегтярьов, С.В. Крохін //Вісн. аграр. науки. — 2007. — № 2. — С. 13–16.  
3. Запасы органического вещества и продуктивность чернозема типичного при различном его использовании/[Н.К. Шикун, А.Д. Балаев, М.Ф. Бережняк, Л.Г. Шеремет]//Плодородие черноземов в связи с интенсификацией их использования. — М., 1991. — С. 234–237.

4. Кононова М.М. Органическое вещество и плодородие почвы/М.М. Кононова//Почвоведение. — 1984. — № 8. — С. 6–20.  
5. Носко Б.С. Гумусное состояние почв Украины и пути его регулирования/Носко Б.С., Бацула А.А., Чесняк Г.Я.//Почвоведение. — 1992. — № 10. — С. 33–39.  
6. Сайко В.Ф. Проблема забезпечення ґрунтів органічною речовиною/В.Ф. Сайко//Вісн. аграр. науки. — 2003. — № 5. — С. 5–8.  
7. Цвей Я.П. Гумусовий стан чорнозему в процесі довготривалого застосування добрив/Я.П. Цвей, Н.К. Шиманська//Агроеколог. журн. — 2002. — № 3. — С. 73–75.

*Надійшла 30.08.2012.*