

УДК 631.417.2/.445.4/
582+633.31/.37

© 2024

ГУМУСНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО В КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ІЗ РІЗНИМ БОБОВИМ КОМПОНЕНТОМ

С.І. Кудря¹, Ю.О. Тараріко², Н.А. Кудря³, Г.І. Личук⁴

¹доктор сільськогосподарських наук

²доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

^{3,4}кандидати сільськогосподарських наук

^{1,3}Державний біотехнологічний університет

вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, Україна

²Інститут водних проблем і меліорації НААН

вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

⁴Державна установа Національний Антарктичний науковий центр МОН України

бульвар Тараса Шевченка, 16, м. Київ, 01601, Україна

e-mail: ¹kudryasi.com@gmail.com, ²urtar@bigmir.net,

³kudrianadiiaa@gmail.com, ⁴aspirant.nnciz@gmail.com

ORCID: ¹0000-0002-4581-8426, ²0000-0001-8475-240X,

³0000-0003-3348-3515, ⁴0000-0002-2579-5036

Надійшла 24.07.2023

Мета. Дослідити зміни гумусного стану чорнозему типового за 13 ротацій польових короткоротаційних сівозмін із різним бобовим компонентом. **Методи.** Загальнонаукові та спеціальні для аграрної науки: довготривалий польовий та аналітичний. Для визначення вмісту загального гумусу в чорноземі типовому використовували метод І.В. Тюріна в модифікації Сімакова, баланс гумусу розраховували відповідно до методики ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». **Результати.** Аналіз показав зміни вмісту загального гумусу в ґрунті залежно від культур, які вирощували впродовж 13 ротацій короткоротаційних сівозмін у Лівобережному Лісостепу України на дослідному полі Харківського національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Виявлено позитивний вплив гороху та чини на вміст гумусу в орному шарі чорнозему типового в сівозмінах, в яких цей показник становив 4,39 і 4,34% відповідно, що порівняно з паровою сівозміною в середньому вище на 0,34%. У польових сівозмінах із вико-вівсяною сумішкою та соєю цей показник перевищував парову сівозміну на 0,11%, але вони за вмістом гумусу в ґрунті поступалися сівозмінам із горохом і чиною, у середньому різниця становила 0,13%. Баланс гумусу в ґрунті досліджуваних органічних агроecosystem з різними рослинними компонентами був пасивним і варіював від –109 до –635 кг/га. Меншим дефіцит гумусу був у польових сівозмінах із бобовими культурами (викою в сумішці з вівсом, соєю, горохом, сочевицею, квасолею та чиною) за вирощування на 3-й рік ротації гречки. **Висновки.** Виявлено більш високий уміст гумусу в ґрунті в сівозмінах із бобовими культурами та кукурудзою на силос. Відзначено помітне зниження вмісту органічної речовини в ґрунті за введення в органічні агроecosystemи чистого пару. Баланс гумусу в ґрунті досліджуваних сівозмін із різними рос-

линними компонентами був пасивним. Менший дефіцит гумусу спостерігався в сівозмінах із бобовими культурами за вирощування на 3-й рік ротації гречки.

Ключові слова: агротехнічні дослідження, вирощування, сільськогосподарська культура, попередник, ґрунт, органічна речовина.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-08>

Актуальне завдання сьогодення — зниження собівартості продукції та підвищення її конкурентоспроможності з обов'язковим збереженням і відтворенням ґрунтової родючості. Тому важливим є вивчення впливу сівозмін на гумусний режим чорнозему типового.

Багато наукових публікацій присвячено впливу сільськогосподарських рослин, обробітку ґрунту та добрив на родючість ґрунту. Автори [1–3] висвітлюють лише окремі питання, пов'язані з такою дією в різних ґрунтово-кліматичних зонах. За сучасних умов господарювання в зв'язку з інтенсивністю обробітку ґрунту, збільшенням площ під просапними культурами та зменшенням використання органічних добрив спостерігається інтенсивна мінералізація гумусу в ґрунті. Це порушує природне гумусоутворення та гумусонакопичення, змінює кількість і якість поживних речовин, що надходять у ґрунт, інтенсивність і напрям процесів гуміфікації [4–6].

Тривале сільськогосподарське використання ґрунту зменшує запаси органічної речовини по всьому профілю, але темпи її втрат уповільнюються [7, 8].

Як вважають автори [9], уміст органічної речовини в ґрунті значною мірою залежить від ступеня впливу на нього сільськогосподарських культур, їх співвідношення в сівозміні, виду та кількості добрив. Збільшення частки просапних культур у сівозміні на 10% призводить до підвищення втрат органічної речовини на 20–40 кг/га.

Дані щодо змін гумусного режиму ґрунтів під впливом сільськогосподарських культур містять протилежні думки.

Мета досліджень — визначити вплив сільськогосподарських культур на гумусний режим чорнозему типового в короткоротаційних сівозмінах.

Матеріали та методи досліджень. Стационарний довготривалий дослід із вивчен-

ня сівозмін короткої ротації, закладений у 1962 р., проводили на дослідному полі Харківського сільськогосподарського інституту ім. В.В. Докучаєва (нині Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва). За даними досліджень 1960 р., у шарі ґрунту 0–20 см уміст гумусу становив 6,1%, легкогідролізного азоту — 72 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору — 109, рухомого калію — 272 мг/кг ґрунту. Автори [10], здійснивши польові і лабораторні дослідження, дійшли висновку, що ґрунтовий покрив дослідного поля відносно однорідний і представлений чорноземом типовим глибоким малогумусним важкосуглинковим на лесовидному суглинку.

Упродовж 53 років (1962–2015) у досліді вивчали окремі сільськогосподарські культури та 16 варіантів польових сівозмін із таким чергуванням культур: 1 — попередник пшениці озимої, 2 — пшениця озима, 3 — буряки цукрові та гречка, 4 — ячмінь ярий. Попередниками пшениці озимої були: горох, чина, сочевиця та квасоля на зерно, вико-вівсяна сумішка та соя на зелений корм, кукурудза на силос і чистий пар. Площа посівної ділянки — 142 м², облікової — 50–100 м². Досліди проводили в 3-разовій повторності. Розташування ділянок у досліді — послідовне. Під час закладання та проведення польового стаціонарного дослідження використовували загальноприйняті методики [11].

Досліджували органічну систему удобрення з використанням на добриво лише нетоварної частини врожаю — соломи: бобових — у середньому 2,7 т/га; пшениці озимої — 5,1; гречки — 2,5, гички буряків цукрових — 10 та соломи ячменю — 2,5 т/га. Ґрунтові зразки для агрохімічних аналізів відбирали з шару 0–30 см. Уміст органічної речовини визначали за методом І.В. Тюріна в модифікації Сімакова. Баланс гумусу — різницю між кількістю його новоутворення в ґрунті та мінералізацією за певний період,

розраховували вiдповiдно до методики ННЦ «iнститут ґрунтознавства та агрохiмii iменi О.Н. Соколовського» [12].

Результати дослiджень. iнтенсивнiсть i напрям процесiв трансформацii енергii та речовини в агроекосистемах залежать не лише вiд її кiлькостi та якостi, а й чергування культур, обробiтку ґрунту, органiчних i мiнеральних добрив та мелiорантiв. У регулюваннi балансу гумусу в ґрунтi особливо важливе мiсце належить удосконаленню структури посiвних площ i чергуванню культур у сiвозмiнах [13]. iнтенсивне використання ґрунту пiд сiльськогосподарськими культурами вiд початку закладання дослiду призвело до зменшення вiмсту органiчної речовини до 4,52–4,61%, що й було зафiксовано автором у 1976 р. [14]. За цим показником ґрунт дослiдного поля належить до чорнозему типового малогумусного.

З визначенням вiмсту органiчної речовини в ґрунтi в 2015 р. виявилось, що тривале використання короткоротацiйних сiвозмiн погiршувало його гумусний стан. Розрахунки показали зниження показника вiмсту органiчної речовини в дослiдi на 1,81%. Проведений бiльш глибокий аналiз даних показав, що за останнi 39 рокiв зниження вiмсту органiчної речовини (у %) в ґрунтi вiдбувалося набагато повiльнiше. Використовуючи данi автора [14] до 1976 р. (за 16 рокiв), зафiксовано зменшення вiмсту органiчної речовини порiвняно з вихiдними даними на 1,54%, тобто щороку втрати становили 0,10%, за наступнi 39 рокiв — лише 0,27%, тобто 0,007% за рiк.

Пiсля 13 ротацiй спостерiгалися змiни вiмсту органiчної речовини залежно вiд вирощуваних культур. Виявлено позитивний вплив гороху та чини на вiмст гумусу в орному шарi ґрунту в сiвозмiнах, де цей показник у середньому був на 0,34% вищим, нiж у паровiй сiвозмiнi (табл. 1). Вплив бобових культур на родючiсть ґрунту достатньо вивчений. На думку вчених, пiдвищення вiмсту азоту зумовлене азотофiксувальною здатнiстю бобових рослин, пiсля збирання яких у ґрунтi залишаються пiсляжнивнi рештки, збагаченi азотом. Важливу роль вiдiграють бобовi культури i в забезпеченнi ґрунту органiчною речовиною [15, 16].

У сiвозмiнах iз соєю та вико-вiвсяною сумiшкою цей показник перевищував показник парової сiвозмiни на 0,11%. Проте за вiмстом органiчної речовини в ґрунтi вони значно поступалися сiвозмiнам iз горохом i чиною, у середньому рiзниця становила 0,13%. Таке зниження вiмсту органiчної речовини зумовлене значно меншими обсягами пiсляжнивних решток, якi залишалися пiсля збирання сої та вико-вiвсяної сумiшки на зелений корм. У дослiдженнях було отримано неочiкуванi результати стосовно вiмсту гумусу в сiвозмiнi з кукурудзою на силос, в якiй пiсля багаторiчних дослiджень цей показник становив 4,40%. Вiн є рiвноцiнним показнику в сiвозмiнах, де вирощували бобовi культури — горох i чину. Можна припустити, що цей результат залежав вiд великого обсягу кореневих i пiсляжнивних решток, якi пiдвищили вiмст органiчної речовини в ґрунтi. Крiм того, у цьому разi технологiя вирощування

1. Гумусний стан ґрунту пiсля 13 ротацiй рiзних сiвозмiн (2015 р.), %

Попередник пшеницi озимой	Шар ґрунту, см				Запаси гумусу, т/га
	0–10	10–20	20–30	0–30	
Чистий пар	4,17	4,14	4,07	4,13	146
Горох на зерно	4,43	4,36	4,39	4,39	154
Чина на зерно	4,38	4,31	4,32	4,34	155
Вико-вiвсяна сумiшка на зелений корм	4,25	4,24	4,22	4,24	151
Соя на зелений корм	4,27	4,22	4,23	4,24	153
Кукурудза на силос	4,59	4,49	4,11	4,40	160
$HIP_{0,95}$	0,41	$F_{\phi} < F_{0,95}$	$F_{\phi} < F_{0,95}$	–	–

кукурудзи на силос не передбачала проведення багаторазових міжрядних обробітків ґрунту, що уповільнювало процеси мінералізації органічної речовини.

Виявлено помітне зниження вмісту гумусу в сівозміні з чистим паром. У ґрунті постійно відбуваються процеси мінералізації органічної речовини кореневих решток рослин, гумусу, органічних добрив і продуктів життєздатності мікроорганізмів. Саме в полі чистого пару повністю розкладається органічна маса, поступово накопичувана попередніми роками. Наявність у сівозміні чистого пару мобілізує азотний фон і сприяє очищенню ґрунту від бур'янів, але, як показали дослідження, може призвести до погіршення гумусного стану ґрунту [17].

Інтенсивність мінералізації органічних речовин впливає на вміст гумусу в ґрунті [18–20]. Тривале вирощування культур у сівозмінах та відмінності їх біологічних особливостей і технологій вирощування сприяють концентрації органічних решток у певних шарах. Значна частина кореневої системи рослин зосереджується у верхньому шарі ґрунту, більша кількість їх органічної маси також залишається саме в цьому шарі.

У дослідженнях було відзначено стійке підвищення вмісту органічної речовини у верхньому шарі ґрунту в усіх розроблених сівозмінах. У цьому шарі був найсприятливіший тепловий режим, який у поєднанні з циклічними змінами погодних умов забезпечував поступове розкладання органічних решток і створював умови інтенсивної гуміфікації та накопичення гумусних речовин у ґрунті. Зі збільшенням глибини по профілю кількість гумусу зменшувалася в середньому на 0,07%. Слід зазначити, що зберігалася тенденція до збільшення його кількості в сівозмінах з горохом, чиною і кукурудзою на силос. Вирощування бобових культур у сівозмінах сприяло надходженню в ґрунт біомаси, багатой на білок, що в умовах біологічного землеробства забезпечувало її стійкість і зменшувало втрати гумусу, унаслідок чого запаси в ґрунті становили 151–155 т/га, що в середньому більше, ніж у паровій сівозміні на 7 т/га.

Розрахунки балансу гумусу в ґрунті під попередниками пшениці озимої показали, що він був негативним. Мінімальний його

дефіцит отримали на полях за вирощування культур на зелений корм. Під вико-вівсяною сумішкою він становив 242 кг/га, соєю — 283 кг/га. Саме в цих сівозмінах мінералізувалася найменша кількість гумусу й залишалася максимальна кількість стерньових решток. Найбільший дефіцит гумусу визначено в полі чистого пару — 2000 кг/га. Саме така кількість гумусу в паровому полі мінералізувалася без будь-яких надходжень.

У 4-пільних сівозмінах лише на 2-й рік ротації, тобто під пшеницею озимою, отримали позитивний баланс гумусу. Максимальним він виявився при розміщенні озимих по чистому пару, мінімальним — за вирощування пшениці після кукурудзи на силос. Варіанти з бобовими попередниками займали проміжне місце. Очевидно, цей показник залежав від урожайності зерна пшениці озимої та надходження органічної речовини з післяживними рештками.

І навпаки, одним із найдефіцитніших баланс гумусу був на 3-му полі сівозмін за розміщення на ньому буряків цукрових. Причина цього — незначна кількість нетоварної продукції, поверхневих залишків і коріння та велика мінералізація органічної речовини. Баланс гумусу в ґрунті під буряками цукровими не залежав від передпопередника, дещо вищим він був у сівозмінах із кукурудзою, квасолею, соєю та чиною. Значно менший дефіцит гумусу встановлено в ґрунті з посівами гречки — –277...–369 кг/га залежно від сівозміни. Такий дефіцит можна пояснити високим коефіцієнтом гуміфікації рослинних залишків гречки, соломи з подальшою її заробкою в ґрунт та менш інтенсивною мінералізацією гумусу під гречкою.

Ще менший дефіцит гумусу склався під ячменем ярим. Оскільки досліджували 16 варіантів короткоротаційних польових сівозмін, уміст гумусу залежав від першої культури сівозмін і безпосередньо від попередників ячменю. Нижчим він був у сівозмінах із буряками цукровими, вищим — у варіантах із гречкою. Щодо залежності балансу гумусу від першої культури слід зазначити, що меншим він був у сівозмінах із горохом, вико-вівсяною сумішкою, чистим паром і сочевицею, дещо більшим — у варіантах із соєю та кукурудзою на силос.

2. Баланс гумусу в сівозмінах короткої ротації (у середньому за 1996–2015 рр.)

Попередник пшениці озимої	Продуктивність сівозмін, т к.-п. од./га	Кількість післяжнивних решток, т/га			Утворилося гумусу	Мінералізація гумусу	Баланс гумусу
		нетоварної продукції	наземних	кореневих			
Чистий пар	2,31	3,05	1,20	2,16	908	1543	-635
	2,17	2,77	1,28	2,00	927	1420	-493
Горох	3,75	3,66	1,33	2,56	1097	1417	-320
	2,71	3,35	1,40	2,39	1105	1295	-190
Чина	3,53	3,45	1,28	2,48	1051	1417	-366
	2,55	3,16	1,36	2,32	1061	1295	-234
Сочевиця	3,72	3,57	1,31	2,52	1074	1417	-343
	2,66	3,21	1,38	2,36	1077	1295	-218
Вико-овес	3,71	2,91	1,15	2,37	1076	1317	-241
	2,68	2,60	1,22	2,20	1086	1195	-109
Соя	3,78	2,83	1,12	2,29	1044	1317	-273
	2,77	2,49	1,19	2,13	1047	1195	-148
Квасоля	3,36	3,50	1,28	2,47	1054	1417	-363
	2,39	3,20	1,36	2,33	1068	1295	-227
Кукурудза	3,39	2,63	1,06	2,74	979	1410	-431
	2,44	2,33	1,13	2,56	981	1288	-307

Примітка. У чисельнику наведено показники для сівозмін із буряками цукровими, у знаменнику — для сівозмін із гречкою.

Розрахунки балансу гумусу в ґрунті для сівозміни показали, що він був пасивним (табл. 2). Залежно від сівозміни баланс гумусу варіював у межах -109...-635 кг/га. Більший вплив на баланс гумусу мали перші і треті культури сівозмін.

Найбільший дефіцит гумусу виявився в сівозмінах із чистим паром і буряками цукровими, значно нижчий — у сівозмінах із

вико-вівсяною сумішкою та соєю на зеленому кормі і горохом на зерно. Це пояснюється високою продуктивністю сівозміни, кількістю післяжнивних решток і зниженням мінералізації гумусу порівняно з іншими сівозмінами. Варто зазначити, що баланс гумусу у сівозмінах із буряками цукровими і гречкою був різним (-241...-635 і -109...-93 відповідно)

Висновки

Уміст органічної речовини в орному шарі ґрунту після 13 ротацій сівозмін становив 4,13–4,40%. Виявлено вищий уміст гумусу в ґрунті в сівозмінах із бобовими культурами (горохом і чиною) та кукурудзою на силос. Відзначено помітне зниження вмісту органічної речовини в ґрунті за введення в органічні агроєкосистеми чистого

пару, різниця становила 0,19% порівняно з іншими сівозмінами. Баланс гумусу в ґрунті досліджуваних сівозмін із різними рослинними компонентами був пасивним. Меншим дефіцит гумусу був у сівозмінах із вико-вівсяною сумішкою, соєю, горохом, сочевицею, квасолею і чиною за вирощування на 3-й рік ротації гречки.

Kudria S.¹, Tarariko Yu.², Kudria N.³, Lychuk H.⁴
^{1,3}State Biotechnological University, 44 Alchevskykh Str., Kharkiv, 61002, Ukraine; ²Institute of Water Problems and Land Reclamation of NAAS, 37

Vasylkivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine; ⁴State Enterprise National Antarctic Scientific Center of MES of Ukraine, 16 Taras Shevchenko Boulevard, Kyiv, 01601, Ukraine; e-mail: kudryasi.com@gmail.

com, ²urtar@bigmir.net, ³kudrianaadiiaa@gmail.com, ⁴aspirant.nnciz@gmail.com; ORCID: ¹0000-0002-4581-8426, ²0000-0001-8475-240X, ³0000-0003-3348-3515, ⁴0000-0002-2579-5036

The humus regime of typical chernozem in short crop rotations with different leguminous components

Goal. To study changes in the humus state of typical chernozem during 13 rotations of field short crop rotations with different leguminous components. **Methods.** General scientific and special for agricultural science: long-term field and analytical. To determine the content of total humus in a typical chernozem, they used I.V. Tiurin's method in Simakov's modification, the humus balance was calculated according to the methodology of the Institute of Soil Science and Agrochemistry named after O.N. Sokolovskyi. **Results.** The analysis showed changes in the content of total humus in the soil depending on the crops grown during 13 rotations of short crop rotations in the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine at the experimental field of the Kharkiv National Agrarian University named after V.V. Dokuchaiev. A positive effect of peas and grass pea on the content of humus in the arable layer of typical chernozem in crop rotations was revealed, in which this indicator was 4.39 and 4.34%,

respectively, compared to paired crop rotation on average 0.34% higher. In field crop rotations with a vetch-oats mixture and soybean, this indicator exceeded steam crop rotation by 0.11%, but they were inferior to crop rotations with peas and grass peas in terms of humus content in the soil, the average difference was 0.13%. The balance of humus in the soil of the investigated organic agroecosystems with different plant components was passive and varied from -109 to -635 kg/ha. The humus deficiency was smaller in field crop rotations with leguminous crops (vetch in a mixture with oats, soybeans, peas, lentils, beans, and grass peas) for growing buckwheat in the 3rd year of the rotation. **Conclusions.** A higher content of humus in the soil was found in crop rotations with leguminous crops and corn for silage. A noticeable decrease in the content of organic matter in the soil due to the introduction of pure steam into organic agroecosystems was noted. The balance of humus in the soil of the investigated crop rotations with different plant components was passive. A smaller humus deficit was observed in crop rotations with leguminous crops for growing buckwheat in the 3rd year of the rotation.

Key words: agrotechnical experiments, cultivation, agricultural culture, predecessor, soil, organic matter.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202401-08>

Бібліографія

1. Погромська Я. Вплив систем удобрення на забезпеченість чорнозему звичайного рухомими формами NPK залежно від способів його обробітку. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Агрономія.* 2019. № 23. С. 212–221. doi: 10.31734/agronomy2019.01.212

2. Benke M.B., Indraratne S.P., Hao X. et al. Trace element changes in soil after long-term cattle manure applications. *J. Environ. Qual.* 2008. V. 37. P. 798–807.

3. Tiessen K., Elliott J., Yarotski J. et al. Conservation tillage and nutrient losses within the cold, semi-arid, Canadian Prairies. *J. Environ. Qual.* 2010. V. 39. P. 964–980.

4. Моргунова О.І. Уміст гумусу в чорноземах типових Українського державного степового заповідника «Михайлівська цілина» (повідомлення II). *Вісник ХНАУ. Ґрунтознавство, агрохімія, землеробство, лісове господарство, екологія ґрунтів.* 2010. № 5. С. 81–85.

5. Бедерничек Т.Ю., Гамкало З.Г. Лабільна органічна речовина ґрунту: теорія, методологія, індикаторна роль: монографія. Київ: Кондор, 2014. 179 с.

6. Sainju U.M., Jabro J.D., Stevens W.B. Soil carbon dioxide emission and carbon sequestration as influenced by irrigation, tillage, cropping system,

and nitrogen fertilization. *J. of Environmental Quality.* 2008. V. 37. P. 98–106.

7. Носко Б.С., Чесняк Г.Я. Як зберегти і підвищити родючість чорноземів. Київ: Урожай, 1984. 200 с.

8. Цицюра Я.Г., Поліщук М.І., Броннікова Л.Ф. Ґрунтознавство з основами геології. Ч. II. Генезис, класифікація та властивості ґрунтів: навч. посібн. Вінниця: ТОВ «Друк плюс», 2020. 676 с.

9. Богданович Р.П., Кудлай М.О. Вплив різних норм і видів органічних добрив на показники гумусного стану чорнозему типового. *Вісник аграрної науки.* 2007. № 9. С. 12–15.

10. Казаков А.А., Лактионов Н.И., Литовченко Н.С. и др. Характеристика почвенного покрова опытного поля учебно-опытного хозяйства «Коммунист». *Тез. докл. науч. конф.* (май 1961 г.) Вып. 1. Харьков, 1961. С. 27–29.

11. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костогриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Дія, 2005. 288 с.

12. Чесняк Г.Я., Зинченко М.М., Серокуров Ю.И. Расчет баланса гумуса и норм органических удобрений для обеспечения его бездефицитного содержания в черноземных почвах левобережной части УССР: метод. реком. Харьков, 1987. 32 с.

13. Verbree D.A., Duiker S.W., Kleinman P.J.A. Runoff losses of sediment and phosphorus from no-till and cultivated soils receiving dairy manure. *J. Environ. Qual.* 2010. 39: 1762–1770.

14. Василькина Л.Л. Влияние предшественников озимой пшеницы на изменение элементов плодородия типичного чернозема. *Плодородие почв и эффективность удобрений: сб. науч. тр. Харьк. с.-х. ин-та им. В. В. Докучаева*, 1980. Т. 273. С. 23–29.

15. Дідур І.М., Шевчук В.В. Підвищення родючості ґрунту в результаті накопичення біологічного азоту бобовими культурами. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 16. С. 48–60. doi: 10.37128/2707-5826-2020-1-4

16. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 192 с.

17. Кудря С.І. Вплив зерно-бурякових сівозмін

із різними бобовими попередниками пшениці озимої на поживний режим чорнозему типового. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 4(805). С. 15–21. doi: 10.31073/agrovisnyk202004-02

18. Чередниченко І.В. Вміст рухомих органічних речовин за різних систем удобрення в умовах органічного землеробства. *Вісник Полтавської державної аграрної академії. Сільське господарство. Рослинництво*. 2015. № 3. С. 66–69.

19. Попірний М.А. Зміна якісних і спектроскопічних характеристик органічної речовини чорнозему типового за різних систем обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2016. Вип. 7. С. 65–68.

20. Токмакова Л.М., Ларченко І.В., Ковпак П.В. Мікробіологічні процеси трансформації рослинних решток кукурудзи за інтродукції в агроценози мікроорганізмів-деструкторів органічної речовини. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 32. С. 35–47. doi: 10.35868/1997-3004.32.35-47