

УДК 631.472.54:631.872

М.М. Ковальов<sup>1</sup>, Л.І. Павленко<sup>2</sup>, Т.І. Панфілова<sup>2</sup>,  
С.В. Давиборщ<sup>2</sup>, С.В. Задорожня<sup>2</sup><sup>1</sup>Кіровоградський національний технічний університет<sup>2</sup>ДУ Кіровоградський центр "Облдержродючість"**ПРОДУКТИВНІСТЬ ПРИРОДНИХ ТА АГРОЕКОСИСТЕМ ЗАЛЕЖНО  
ВІД УМІСТУ ГУМУСУ ТА АЗОТУ ЧОРНОЗЕМІВ ТИПОВОГО ТА  
ЗВИЧАЙНОГО БУЗЬКО-ДНІПРОВСЬКОГО МІЖРІЧЧЯ**

*Досліджено функціональний агроекологічний зв'язок ГТК<sub>v-ix</sub> з параметрами вмісту гумусу та азоту, рівноважної щільності зложення та капілярної шпаруватості в найпоширеніших ґрунтах регіону. Установлено, що ведення сільськогосподарської діяльності людини призводить до ущільнення ґрунтів агроecosистем та прискорення процесів їх деградації.*

*Ключові слова: гумус, валовий азот, чорнозем типовий та звичайний, капілярна шпаруватість ґрунту.*

**Вступ.** Продуктивність будь-якої екосистеми безпосередньо залежить від інтенсивності перебігу процесів ґрунтоутворення та гумусонакопичення. Рослини одержують значну кількість необхідного їм азоту із ґрунтових запасів, сформованих в результаті життєдіяльності рослин та мікроорганізмів. Завдяки цьому ґрунтовий азот має величезне значення для живлення рослин та нормального перебігу біохімічних реакцій, що в них відбуваються [2].

На зміні вмісту азоту в ґрунтах агроecosистем впливає агротехніка культур. Адже доступні рослинам азотні сполуки утворюються головним чином у разі розкладення органічної речовини ґрунту. Кількість останньої значною мірою залежить від виду екосистеми. Інтенсивне використання ріллі шляхом застосування важкої ґрунтообробної техніки (ВІТ) призводить до зменшення вмісту гумусу, а разом з ним і азоту в ґрунтах агроecosистем. Великі запаси валового азоту знаходяться в ґрунтах природних екосистем, у період розорювання яких відбувається інтенсивна їх мінералізація [2, 9]. У результаті цих процесів як перед науковцями, так й перед виробниками сільськогосподарської продукції постала низка взаємопов'язаних завдань. Серед найголовніших – проблеми недостатнього забезпечення вологою, зменшення запасів азоту та гумусу ґрунтів, ущільнення гумусного горизонту ґрунту, що призводить до погіршення агрофізичних властивостей агроecosистем. Усунення цих проблем є основним завданням сьогодення.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводилися в межах Правобережного північного Степу і південного Лісостепу, де було вибрано репрезентативні напівстаціонарні ділянки, на яких закладено групу ґрунтових розрізів. Для вибору напівстаціонарних ділянок використовувалися агрохімічні карти масштабу 1:25000 та 1:10000, матеріали агрохімічних досліджень та фондові матеріали Кіровоградського обласного державного проектно-технологічного центру охорони родючості ґрунтів і якості продукції «Облдержродючість» та Центру гідрометеорології Кіровоградської області. Для того, щоб виявити вплив сільськогосподарської діяльності людини на чорноземі типові та звичайні, В.В. Медведєвим [6] запропоновано їх поділити на дві групи: перша – ґрунти природних екосистем (цілинні землі, переліг), друга – ґрунти агроecosистем (рілля).

ґрунтові розрізи 1-4 представляють лісостепову зону (дослідні ділянки

Олександрівська та Маловисківська). Ґрунтові розрізи 5-10, характеризують перехідну смугу (дослідні ділянки Кіровоградська та Олександрійська), а ґрунтові розрізи 11-14 представляють зону Степу (дослідні ділянки Новоукраїнська та Долинська). При чому розрізи: 1, 3, 5, 7, 9, 11 та 13 характеризують природні екосистеми, а розрізи: 2, 4, 6, 10, 12 та 14 агроекосистеми. Усі дослідні ділянки розташовані на рівнинній місцевості, кожна з яких характеризує певну кліматичну зону. Відбір ґрунтових зразків проводився в кінці вегетативного періоду. Аналізи зразків ґрунту проводилися за методами: визначення загального азоту (ДСТУ ISO 11261, ГОСТ 26107) [10], гумусу за Тюрнімом (ДСТУ 4289-2004) [8]; рівноважна щільність зложення (РЩЗ) та капілярної шпаруватості ( $Ш_k$ ) ґрунту, методом Качинського (ДСТУ ISO 11272-2001) [1, 7].

**Результати досліджень.** Із використанням указаних методик ми провели дослідження вмісту гумусу та азоту в найпоширеніших ґрунтах Бузько-Дніпровського міжріччя, проаналізували залежність між цими показниками у гумусному горизонті за різних умов зволоження.

Як показали дослідження, проведені багатьма авторами та підтверджені нашими власними даними, вміст валового азоту в ґрунтах залежить від кількості органічної речовини [4,5]. Саме тому величина співвідношення азоту та гумусу, має досить широкий інтервал і залежить як від умов ґрунтоутворення так і від виду антропогенного навантаження. Відповідно до отриманих даних уміст загального азоту в 20-сантиметровому шарі агроекосистем зони Лісостепу коливається в межах 0,250-0,287 %, а у природних екосистемах – 0,312-0,495 %. Для перехідної смуги 0,180-0,310 та відповідно 0,238-0,259 %, а для зони Степу – 0,180-0,250 та відповідно 0,210-0,378 %.

Було встановлено тісний кореляційний зв'язок між умістом загального азоту та гумусу в гумусному горизонті репрезентативних ділянок зони досліджень. Коефіцієнт кореляції для зони Лісостепу становить 0,99; для перехідної смуги він дорівнює 0,91, а для зони Степу 0,99. У гумусному горизонті ґрунтів перехідної смуги цей показник має найменше значення, що зумовлено низьким умістом у них органічної речовини та азоту. Виключенням слугує агроекосистема без застосування механізованої обробки, рівень забезпечення азотом якої знаходиться на рівні лісових екосистем. Відповідно до отриманих нами даних, уміст загального азоту в ґрунтах зон досліджень коливається в межах 5,0 – 6,8% від вмісту гумусу (табл. 1).

У більшості чорноземних ґрунтів уміст валового азоту становить близько 6,1% від вмісту гумусу: для чорноземів типових середньогумусних та малогумусних цей показник дорівнює – 6,8%; для чорноземів звичайних глибоких середньогумусних та малогумусних – 5,0%, а для чорноземів звичайних середньогумусних та малогумусних – 6,4 % від вмісту гумусу.

Наявність тісного кореляційного зв'язку між умістом гумусу та азотом в ґрунтах досліджуваних територій дає можливість з високою точністю розрахувати вміст валового азоту з диференціацією відповідно до наведених нами коефіцієнтів та використати отримані результати аналізів загального вмісту гумусу в ґрунтах з метою їх агроекологічного бонітування (див. табл. 1).

Порівняння розрахункових даних з експериментальними показало їх високу відповідність для природних екосистем, що складає для різних зон досліджень від 84 до 110%. Для агроекосистем розрахункові показники помітно відрізняються від експериментальних, числові значення яких знаходяться в межах 77 – 95 %, що пов'язано з переважанням процесів мінералізації органічної речовини над її накопиченням. Винятком серед агроекосистем слугує дослідна ділянка №8, агротехніка якої виключає механізований обробіток ґрунту. унаслідок цього процесу

гуміфікації переважають над мінералізацією.

Багаточисельні наукові дослідження свідчать про те, що кількісний та якісний вміст гумусу підпорядкований певним зональним особливостям генезису ґрунтів (кліматичним особливостям, величині промочування, типу рослинного покриву тощо) [4, 5, 6]. Територія Кіровоградської області також не є винятком з цього правила.

Вміст гумусу в ґрунтах агроєкосистем знизився на 12% у чорноземів типових важкосуглинкових (розріз №2) та на 33% у чорноземів типових легкоглинистих (розріз № 4). Для перехідної смуги у чорноземах звичайних глибоких легкоглинистих (розріз № 6) на 21% та у чорноземах звичайних глибоких важкосуглинкових (розріз №9) на 11%. У ґрунтах агроєкосистем, де не застосовується механізований обробіток зменшення вмісту гумусу, ми не виявили. Ґрунти агроєкосистем степової частини, де розташовані ґрунтові розрізи №10 та №12, вміст гумусу знизився на – 7 та відповідно 13% (див. табл. 1).

### 1. Вміст гумусу та азоту в ґрунтовому шарі 0 – 20 см дослідних ділянок

Номер ділянки	Вид екосистеми	Вміст гумусу, %	Обчислений вміст азоту, %			Фактичний вміст азоту, %	
			$Y = 0,0682 x$	$Y = 0,0503 x$	$Y = 0,0635 x$	до ґрунту	до обчисленого
1	ліс	4,69	0,320	–	–	0,312	98
2	рілля	4,11	0,280	–	–	0,250	89
3	лісосмуга	7,30	0,498	–	–	0,495	99
4	рілля	4,91	0,335	–	–	0,287	86
5	переліг	4,85	–	0,244	–	0,238	98
6	рілля	3,82	–	0,192	–	0,178	93
7	переліг	4,16	0,284	–	–	0,259	91
8	рілля*	4,50	0,307	–	–	0,310	101
9	лісосмуга	4,80	–	0,241	–	0,243	101
10	рілля	4,27	–	0,215	–	0,180	84
11	переліг	3,92	–	–	0,249	0,210	84
12	рілля	3,67	–	–	0,233	0,180	77
13	ліс	5,43	–	–	0,345	0,378	110
14	рілля	4,16	–	–	0,264	0,250	95

\*Примітка: агроєкосистема без застосування механізованої обробки

Стійкість показників відсоткового вмісту гумусу та азоту повністю залежить від динамічної рівноваги між процесами гуміфікації та мінералізації органічної речовини. За певних умов одні процеси переважають над іншими, та завдяки цьому відбувається або накопичення гумусу або його втрата – дегуміфікація. При природному ґрунтоутворенні гуміфікація переважає над мінералізацією відбувається поступове накопичення органічної речовини ґрунту, вміст якої за певних умов стабілізується, тому на цих ділянках показники гумусу та азоту дещо вищі ніж для агроєкосистем з механізованим обробітком ґрунту [4, 5].

Крім зональної підпорядкованості, наші дослідження вказують на значну залежність гумусу та азоту від цілого ряду інших показників родючості ґрунту. Одним з найголовніших показників є рівноважна щільність зложення (РЦЗ). Цей показник значно впливає як на загальний вміст гумусу, так і на валовий азот у ґрунтах та перебіг процесів мінералізації-гуміфікації. Означену залежність підтверджують і наші дані. Така просторова мозаїчність ґрунтів чорноземного типу

визначається в першу чергу коливаннями зволоження території, про що яскраво свідчить коливання у зменшенні вмісту гумусу гемеробних екосистем. Зі зменшенням глибини промочування знижується коливання вмісту гумусу.

Показник РЦЗ залежить у першу чергу від умов зволоження [3]. Для зони південного Лісостепу – № 1-4 ГТК<sub>V-IX</sub> = 1,13; перехідної смуги – № 5-10 ГТК<sub>V-IX</sub> = 0,96; північного Степу, яку характеризують ґрунтові розрізи № 11-14 ГТК<sub>V-IX</sub> = 0,94. Ураховуючи це для степових дослідних ділянок розбіжності РЦЗ між природними та агроекосистемами простежуються до глибини 40 см. Зі зростанням забезпеченості зволоження збільшується й глибина розбіжності між ґрунтовими розрізами. Так, для перехідної смуги вона збігається з глибиною – 60 см, а для зони Лісостепу – 90 см, при чому РЦЗ для природного аналогу ділянок вища на відміну від двох попередніх зон досліджень (див. табл. 2), завдяки тому, що вищий показник ГТК<sub>V-IX</sub> і більша глибина промочування ґрунту.

## 2. Агроекологічні показники в ґрунтовому шарі 0 – 20 см дослідних ділянок

Номер розрізу	Вид екосистеми	Зона досліджень	Запаси гумусу, т/га	Запаси азоту, т/га	C:N	РЦЗ, г/см <sup>3</sup>	Ш <sub>к</sub> , %
1	2	4	5	6	7	8	9
1	ліс	Лісостеп	111	7,4	8,5:1	1,16	35
2	рілля		107	6,5	9,5:1	1,25	26
3	лісосмуга		117	7,9	8,5:1	0,80	53
4	рілля		107	6,3	9,9:1	1,21	28
5	переліг	перехідна смуга	114	5,1	11,8:1	1,06	39
6	рілля		88	4,0	12,5:1	1,15	32
7	переліг		87	5,4	9,3:1	1,04	51
8	рілля		83	5,7	8,4:1	0,92	45
9	лісосмуга		105	4,5	11,4:1	0,93	48
10	рілля		109	4,6	13,8:1	1,28	39
11	переліг	Степ	75	4,0	10,8:1	0,96	50
12	рілля		73	4,0	11,8:1	1,00	46
13	ліс		112	7,8	8,3:1	1,03	50
14	рілля		104	5,3	10,6:1	1,25	37

Результати аналізів, проведених на ґрунтах дослідних ділянок, свідчать про те, що найнижчі показники РЦЗ притаманні ґрунтам поза межами сільськогосподарської діяльності людини: для Лісостепу 1,16 та 0,80 г/см<sup>3</sup>; для перехідної смуги 1,06; 1,15 та 0,93 г/см<sup>3</sup>, для зони Степу – 0,96 та 1,03 г/см<sup>3</sup> відповідно. Виключенням слугує агроекосистема без застосування механізованого обробітку – 0,92 г/см<sup>3</sup>, а вміст гумусу та азоту складає 4,50 та відповідно 0,310 %. Разом з тим найвищі показники вмісту гумусу та азоту: для Лісостепу 4,69 та 7,30 % гумусу, 0,312 та 0,495 % азоту; для перехідної смуги 4,85; 4,16 та 4,80 % гумусу та 0,238; 0,259 і 0,243 % азоту, для зони Степу – 3,92 та 5,43 % гумусу та 0,210 і 0,378 % азоту властиві також ґрунтам природних екосистем (див. табл. 1-2).

Природні процеси ґрунтоутворення зазнають істотних змін у чорноземних ґрунтах агроекосистем з механізованою обробкою. Вирощування сільськогосподарських культур помітно змінює характер біологічного колообігу азоту та умови формування повітряного, водного й теплового режимів. Із урожаєм щорічно відчужується велика кількість органічної речовини, а значить, і величезна кількість поживних речовин. Унаслідок цих процесів скорочується строк взаємодії кореневих

систем рослин з ґрунтом. Крім того, ґрунти агроєкосистем тривалий час знаходяться без рослинного покриву, що зменшує поглинання ними зимових опадів. Значно ускладнює ситуацію те, що орні шари агроєкосистем зазнали руйнування структури та переущільнення. Тому продуктивність агроєкосистем значно поступається природним аналогам.

Зміна показників вмісту загального вмісту азоту та гумусу ґрунтів є певним критерієм, що відображає напрямок проходження процесів ґрунтоутворення та гумусонакопичення. На нашу думку, між РЦЗ та загальним вмістом гумусу і валовим азотом, а також капілярною шпаруватістю існує тісний взаємозв'язок. Чим більші показники загального вмісту азоту та гумусу в ґрунті (див. табл. 1), тим менший показник РЦЗ і тим вищий  $\text{Ш}_k$  (див. табл. 2).

Не менш інформативним показником величини продуктивності екосистеми є співвідношення C:N. Збагаченість гумусу азотом у верхньому 20-сантиметровому шарі всіх лісостепових ділянок для природних та штучних екосистем діагностується як середня; чорноземи типові перехідної смуги також мають середню забезпеченість. Ґрунт лісової екосистеми зони Степу характеризується забезпеченістю на середньому рівні. Забезпеченість перелогових екосистем та агроєкосистем із застосуванням механізованого обробітку характеризується як низька. Антропогенно-трансформовані ґрунти без застосування механізованого обробітку мають забезпеченість гумусу азотом на середньому рівні.

**Висновки.** Між вмістом гумусу та азоту в гумусному горизонті зон досліджень Бузько-Дніпровського міжріччя існує прямий кореляційний зв'язок,  $R=0,91 - 0,99$ . Ґрунти перехідної смуги характеризуються дещо меншим зв'язком між указаними показниками.

Незалежно від фактичного вмісту азоту в ґрунтах відношення їх до вмісту гумусу знаходиться в межах 5,0 – 6,8%. Найменше азоту містять ґрунти перехідної смуги Бузько-Дніпровського міжріччя. Запаси азоту є значно меншими для агроєкосистем з механізованим обробітком порівняно з природними аналогами та агроєкосистемами без застосування механізації по всіх зонах.

Кількість азоту зростає в напрямку на захід та південь як у природних, так і в аграрних екосистемах. Забезпеченість гумусу азотом у лісових екосистем та деяких агроєкосистем знаходиться на середньому рівні, інші орні та перелогові ґрунти мають низьку забезпеченість.

Уміст азоту так само, як і гумусу, значною мірою залежить від показників РЦЗ, та  $\text{Ш}_a$ , а саме: чим більші показники загального вмісту азоту та гумусу в ґрунті, тим менший показник ЦЗ і тим вищий  $\text{Ш}_k$ .

Для поліпшення ситуації необхідно вжити низку заходів. По-перше, необхідно зменшити вплив ВГТ на ґрунти, з метою запобігання неконтрольованого переущільнення ґрунтів [4, 5]. По-друге, необхідно науково-обґрунтовано підійти до питання оптимізації структури посівних площ шляхом зменшення частки технічних культур, для запобігання подальшого ущільнення ґрунтів та розвитку деградаційних процесів.

**Подяки.** Автори щиро вдячні директору Кіровоградського центру «Облдержродючість» Гульванському І.М. за сприяння у виконанні деяких лабораторних досліджень та використання фондів матеріалів центру.

**Бібліографічний список:** 1. Визначення щільності складення на суху масу: ДСТУ ISO 11272-2001. 2. Екологія ґрунту: монографія / П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач. – Житомир: Видавництво «ПП Рута», 2010. – 473 с. 3. Кліматологічні стандартні норми (1961 – 1990 рр.) / Міністерство екології та природних ресурсів України; Центральна геофізична обсерваторія. – К., 2002. – 446 с. 4. Ковальов М.М. Переущільнення ґрунтів – проблема сьогодення /

М.М. Ковальов // Мат. III-го Всеукр. з'їзду екологів з міжнародною участю (Вінниця, 21-24 вересня 2011р.). Зб. наук. ст.: у 2 т. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – Т.2. – С. 493-496. 5. Ковальов М.М. Загальна шпаруватість, щільність зложення та вміст гумусу – пріоритетні агроекологічні критерії родючості ґрунтів / М.М. Ковальов // Вісник ХНАУ: зб. наук. пр. / Харк. націон. аграр. ун-т. – 2011. – № 2. – С. 198-203. 6. Медведєв В.В, Плотность сложения почв (генетический, экологический и агрономический аспекты) / В.В. Медведєв, Т.Е. Лындина, Т.Н. Лактионова – Харьков, Изд. «13 типография». – 2004. – 244 с. 7. Методи визначення агрофізичних властивостей ґрунтів / за ред. Г.А. Кулик, І.М. Семеняки – Кіровоград, 2000. – 59 с. 8. Органічна речовина ґрунту: ДСТУ 4289 (ДСТУ ISO 10694). – [Чинний від 2004-04-30]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 14 с. 9. Почвенно-екологіческие условия возделывания сельскохозяйственных культур / под ред. В.В. Медведєва. – К.: Урожай, 1991 – 176 с. 10. Почвы. Методы определения общего азота: ГОСТ 26107-84.

***Н.Н. Ковалєв, Л.І. Павленко, Т.І. Панфілова, С.В. Давиборщ, С.В. Задорожна  
ПРОДУКТИВНОСТЬ ПРИРОДНЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА И АЗОТА ЧОРНОЗЕМОВ ТИПИЧНОГО И ОБЫКНОВЕННОГО  
БУГСКО-ДНЕПРОВСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ***

*Исследовано функциональную агроэкологическую связь ГТКV-IX среднемесячного количества осадков с параметрами капиллярной пористости, содержание гумуса и плотности сложения в самых распространенных почвах региона. Установлено, что ведение сельскохозяйственной деятельности человека приводит к уплотнению пахотных почв и ускоряет процессы их деградации.*

*Ключевые слова: гумус, общий азот, чернозем типичный и обычный, капиллярная пористость почв.*

***N.N. Kovalev, L.I. Pavlenko, T.I. Panfilov, S.V. Daviborsch, S.V. Zadorozhnaya  
PRODUCTIVITY OF NATURAL AGROECOSYSTEM DEPENDING ON THE CONTENT  
OF HUMUS AND NITROGEN CHORNOZEMOV TYPICAL AND ORDINARY  
BUG-DNIEPER WATERSHED***

*Investigated the functional relationship HTCv-IX monthly rainfall with the parameters of capillary porosity, humus content and density in addition the most common soils in the region. It is established that the conduct of agricultural activities of man leads to compaction of arable soils and accelerates their degradation.*

*Keywords: humus, total nitrogen, and typical chernozem ordinary, the capillary porosity of the soil.*