

UDK 631.461:631.445.4

О. В. Демиденко<sup>1</sup>,О. Л. Тонха<sup>2</sup>,О. Є. Бикова<sup>2</sup><sup>1</sup>*Cherkasy State Agricultural Experiment Station NSC "Institute of Agriculture of NAASU"*<sup>2</sup>*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine***BIOPHYSICAL SELF-REGULATION IN THE FERTILITY OF  
CHERNOZEM SOIL UNDER SOIL-CONSERVATION AGRICULTURE**

**Abstract.** Investigated the microbial transformation of organic matter in the typical black soil under the influence of different types of processing. Presents the matrix model of microbiological status of chernozem typical model for long-term backgrounds of systematic plowing and non-plowing cultivation to 5-12 cm is represented. Self-regulatory factors in chernozem matrix model is the intensity of soil air carbon dioxide assimilation and field moisture in the range of values of 23-26 %.

Found that soil protection technology inhibits the mobilization processy, as evidenced by reduced mineralization coefficients, improve and optimize the ratio of structural categories of micropores in 0-30 cm layer of chernozem, thereby reducing the rate of evaporation of soil moisture by 25-30%. Stage of moisture in the soil with minimum soil moisture corresponds to the flow in the capillary, due to the enhancement of mass transfer in the system of solid phase – soil moisture, soil air. When easily-movable moisture condition occurs stationary convective motion of the flow of matter - is self-organization of mass transfer, which may be increased by 150-200 %.

**Keywords:** ecological-trophic groups of microorganisms, the typical black soil, micropores, soil moisture.

УДК 631.461:631.445.4

О. В. Демиденко<sup>1</sup>,О. Л. Тонха<sup>2</sup>,О. Е. Бикова<sup>2</sup><sup>1</sup>*Черкаська державна сільськогосподарська дослідницька станція  
ННЦ «Інститут земледілля»*<sup>2</sup>*Національний університет біоресурсів і природопольовання України***БИОФИЗИЧЕСКАЯ САМОРЕГУЛЯЦИЯ ПЛОДОРОДИЯ ЧЕРНОЗЕМА  
ПРИ ПОЧВОЗАЩИТНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ**

Исследована интенсивность микробиологических процессов и агрофизические условия в черноземах типичных под влиянием разных технологий возделывания сельскохозяйственных культур. Представлена матричная модель микробиологического состояния чернозема типичного

на долгосрочных фонах систематической пахоты и бесплужного возделывания на 5-12 см, саморегулирующим фактором которой является интенсивность ассимиляции углекислоты почвенного воздуха и полевая влажность в интервале значений 23-26 %.

Установлено, что почвозащитные технологии уменьшают минерализацию органического вещества, за счет чего улучшается структурность и оптимизируются соотношения категорий микропор, которая снижает скорость испарения почвенной влаги на 25-30 %. Происходит усиление масопереноса на 150-200% в системе твердая фаза-почвенная влага-почвенный воздух.

**Ключевые слова:** *эколого-трофические группы микроорганизмов, черноземы типичные, почвенные микропоры, состояние влаги.*

УДК 631.461:631.445.4

**О. В. Демиденко<sup>1</sup>,**

**О. Л. Тонха<sup>2</sup>,**

**О. Є. Бикова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Черкаська державна сільськогосподарська дослідна станція  
ННЦ «Інститут землеробства»

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України

## **БІОФІЗИЧНА САМОРЕГУЛЯЦІЯ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМУ ПРИ ҐРУНТОЗАХИСНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ**

Досліджено інтенсивність мікробіологічних процесів і агрофізичні умови чорноземів типових під впливом різних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Установлено, що ґрунтозахисні технології зменшують мінералізацію органічної речовини, за рахунок чого покращується структурність і оптимізується співвідношення категорій мікропор, що знижує швидкість випаровування ґрунтової вологи на 25-30 %. Відбувається підсилення масопереносу на 150-200 % у системі тверда фаза-ґрунтова волога-ґрунтове повітря.

**Ключові слова:** *еколого-трофічні групи мікроорганізмів, чорноземи типові, ґрунтові мікропори, стан вологи.*

Родючість чорноземів лівобережного Лісостепу України формується під впливом складного комплексу природних та агротехнічних факторів, серед яких провідна роль належить діяльності мікроорганізмів, що забезпечують безперервний кругообіг речовини та енергії і визначають спрямованість ґрунтоутворення в агроценозах. Інтенсивність мікробіологічних процесів у ґрунті під впливом ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур в агроценозах, з одного боку, забезпечує високий рівень агрофізичних умов прояву родючості, а, з іншого, специфіка мікробіологічної діяльності формує мікробіологічні умови розширеного відтворення ефективної, природної та потенціальної родючості чорноземів Лівобережного Лісостепу України.

**Об'єкти і методи досліджень.** Дослідження проводили (2000-2012 рр.) в Ворскло-Сульському окрузі в його південній частині (м. Карлівка). Ґрунтовий

покрив у межах південної частини Полтавської області представлений чорноземами типовими (>50 %) середньогумусованими (5,55-5,65%) та у Драбівському агрогрунтовому районі (за В. С. Сабуровим, 1957) Лісостепової зони Лівобережної низинної провінції північної підпровінції – чорноземами типовими малогу́мусованими легкосуглинковими мулувато–пилуватими. Грунтово-біологічні дослідження проводили в 0–20 см шарі ґрунту. Відбір та зберігання ґрунту для дослідження аеробних мікробіологічних процесів у лабораторних умовах проводили згідно з ДСТУ ISO10381–6–2001. Різні групи мікроорганізмів досліджували за допомогою методу широкого мікробіологічного аналізу посівом ґрунтової суспензії на щільні поживні середовища. На м'ясо-пептоновому агарі (МПА) вивчали загальну чисельність мікроорганізмів, що розкладають органічні сполуки. На крохмало-аміачному середовищі (КАА) – мікроорганізми, що асимілюють мінеральні форми азоту. На голодному агарі (ГА) – чисельність оліготрофів, а на середовищі Ешбі (ЕШ) – чисельність олігонітрофілів. Методи обліку колоній мікроорганізмів у ґрунті і склад середовищ згідно з Д.Г. Звягінцевим, уміст власне гумусових речовин (ВГР) та детриту (Д) – за Шпрінгером; уміст загального гумусу – за І. В. Тюрніним у модифікації Сімакова (ДСТУ 4289:2004).

**Результати досліджень та їх обговорення.** Важливим чинником підвищення мікробіологічної активності і структуроутворення чорноземів – є детрит, який, з одного боку, виступає адсорбентом власне гумусових речовин, а з іншого, виконує роль “арматури” у формуванні агрономічно корисних структурних агрегатів. За безполицевого обробітку гній та поживні рештки за рахунок вищих на 15–23 % коефіцієнтів гуміфікації більш ефективно трансформувалися в детрит (табл. 1), а в умовах оранки детриту накопичується менше за рахунок посиленої мінералізації. За безполицевого обробітку у товщі ґрунту 0–50 см детриту за сівозміну накопичується більше у 1,35–1,40 рази, а з поверхні (шар ґрунту 0–20 см) – у 1,7–1,9 разу більше, ніж за оранки.

**1. Довгостроковий вплив способу обробітку ґрунту (10 років) на запаси детриту в 0-50 см товщі чорнозему типового середньогумусового південної частини Лівобережного Лісостепу України**

Система обробітку ґрунту	Запаси складових гумусу, т/га		Загальні запаси гумусу, т/га	% детриту до загального запасу гумусу
	Детрит	активний гумус		
Оранка на 22–32 см	105	3,3	327	32,0
Безполицевий на 5–12 см	130	8,0	350	37,0
НСР <sub>0,5</sub>	15,0	2,5	5,0	-

Покращення гумусованості верхньої частини гумусового горизонту при систематичному виконанні ґрунтозахисного обробітку пов'язано із збільшенням у ньому мікроорганізмів (табл. 2). Порівняно з оранкою, кількість мікроміцетів і стрептоміцетів у шарі ґрунту 0–15 см була в 1,15–1,22 і 1,23–1,49 разу більшою, а в шарі ґрунту 15–30 см у 1,05–1,15 і 1,08–1,22 разу меншою.

Коефіцієнт іммобілізації – мінералізації – показник мінералізації органічної речовини і чим він менший, тим інтенсивніше проходять ці процеси. Мінімізація обробітку чорнозему у ґрунтозахисному землеробстві дещо стримує мобілізаційні процеси, про що свідчить зниження коефіцієнтів

мінералізації, які встановлюються за співвідношенням груп мікроорганізмів КАА до МПА: у шарі ґрунту 0–15 см співвідношення в 1,09–1,18, а в 15–30 см в 1,11–1,18 разу нижче порівняно із систематичною оранкою, а абсолютна кількість мікроорганізмів МПА і КАА у результаті ґрунтозахисного обробітку з поверхні гумусного горизонту вища в 1,21–1,44 і 1,09–1,18 разу порівняно з оранкою. У шарі ґрунту 15–30 см закономірність зворотна: уміст зазначених груп мікроорганізмів вищий в 1,05–1,14 та 1,15–1,33 разу за оранки. Саме ця обставина пояснює явище підвищення вмісту детриту і активного гумусу в 0–30 і 0–50 см шарі чорнозему типового під час виконання ґрунтозахисного обробітку в агроценозах. На чорноземах типових малогумусних проявляється встановлена закономірність для чорноземів типових легкоглинистих. В обох випадках у 0–20 см шарі чорнозему відбувається активне відтворення вмісту гумусу.

## 2. Вплив системи обробітку на вміст гумусу і чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів чорноземів типових лівобережного Лісостепу

Шар ґрунту, см	Уміст гумусу, %	Чисельність мікроорганізмів, млн./г ґрунту				
		МПА	КАА	КАА/МПА	Мікроміцети	Стрептоміцети
Чорнозем типовий середньогумусний легкоглинистий						
Оранка на 22–32 см						
0–15	5,39	25,0	34,0	1,34	54,0	760
15–30	5,40	25,0	32,0	1,29	49,0	677
Безполицевий обробіток на 5–12 см						
0–15	5,66	36,0	40,0	1,14	66,0	1130
15–30	5,19	22,0	24,0	1,09	43,0	553
НІР <sub>0,95</sub>	$\frac{0,08}{0,03}$	-	-	-	-	-
Чорнозем типовий малогумусний легкосуглинковий						
Оранка на 22–32 см						
0–20	3,96	6,25	16,5	2,64	-	-
Безполицевий обробіток на 5–12 см						
0–20	4,05	5,52	12,5	2,26	-	-
НІР <sub>0,95</sub>	0,03	-	-	-	-	-

У табл. 3 представлено матричну модель мікробіологічного стану 0–30 см шару чорнозему типового на довгострокових фонах систематичної оранки і безполицевого обробітку на 5–12 см. Аналіз відсоткового вмісту коефіцієнтів кореляції різної сили та спрямованості свідчить про те, що застосування безполицевого обробітку сприяє збільшенню числа коефіцієнтів кореляції середньої сили і вище ( $R \geq \pm 0,45$ ) в 0–15 см шарі ґрунту в 1,3–1,7 разу.

Коефіцієнтів кореляції прямої дії під час безполицевих обробітків було більше в 1,53–1,68 разу, а оберненої – в 1,06–1,6 разу, а число коефіцієнтів кореляції слабкої сили закономірно зменшувалося в 1,4–2,4 разу порівняно з оранкою. У шарі ґрунту 15–30 см загальна закономірність формування кореляційних зв'язків різної сили та спрямованості зберігалася: кількість зв'язків  $R \geq \pm 0,45$  зростає у результаті безполицевого обробітку в 1,2–1,7 разу, а оберненої спрямованості у 2,6–5 разу; прямої дії – у 1,2 разу порівняно з оранкою.

Саморегулюючими чинниками в матричній моделі чорнозему є інтенсивність асиміляції вуглекислоти ґрунтового повітря ( $X_8$ ) та польова

вологість ( $X_{10}$ ) в інтервалі значень 23–26 %. Між змінними  $X_8$  та  $X_{10}$  та іншими перемінними моделі виявлено обернений кореляційний зв'язок. Фактор зволоженості в зазначеному інтервалі фактичних значень виступає саморегулюючим фактором, сила якого зростає за умов мінімалізації обробітку ґрунту. Під час оранки коефіцієнтів кореляції  $R \geq -0,45$  по фактору  $X_{10}$  було – 44 %; при безполицевому обробітку – 56 %; при мінімальному безполицевому обробітку – 89 %. За оранки між фактором зволоженості та вмістом детриту виявлено істотний обернений зв'язок ( $R = -0,72$ ), тоді як під час безполицевих обробітків сила зв'язку знижується до слабкої сили ( $R = -0,32-0,45$ ). Інтенсивність асиміляції вуглекислоти під час оранки мала прямий зв'язок, який підсилювався до значень  $R = +0,45$ . Під час мінімального обробітку зв'язок між польовою вологістю й інтенсивністю асиміляції підсилювався до  $R = +0,85$ , що свідчить про підсилення ролі вологи у процесі активізації мікробіологічних умов прояву родючості.

### 3. Матрична модель мікробіологічного стану 0–30 см шару чорнозему типового залежно від способу обробітку

#### Оранка на 22–32 см

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	
1	0,95	-	-	-	0,42	0,40	-0,52	0,76	-0,73	$X_1$
	1	-	-	-	0,42	0,51	-	0,71	-0,65	$X_2$
		1	0,96	0,96	0,96	0,96	-	-	-0,48	$X_3$
			1	0,79	0,98	0,99	-0,45	-	-	$X_4$
				1	0,75	0,78	-0,89	-	-	$X_5$
					1	0,96	-0,36	0,45	-	$X_6$
						1	-0,39	0,55	-0,45	$X_7$
							1	-0,82	-	$X_8$
								1	-0,72	$X_9$
									1	$X_{10}$

#### Безполицевий обробіток на 5–12 см

$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	$X_7$	$X_8$	$X_9$	$X_{10}$	
1	0,98	0,45	-	0,45	0,46	0,50	-0,90	0,83	-0,75	$X_1$
	1	0,48	-	0,45	0,45	0,54	-0,89	0,85	-0,70	$X_2$
		1	-0,81	0,98	0,99	0,97	-	0,79	-0,45	$X_3$
			1	0,75	0,98	0,95	-	0,78	-0,45	$X_4$
				1	0,88	0,83	-	0,65	-	$X_5$
					1	0,99	-	0,73	-0,45	$X_6$
						1	-	0,75	-0,65	$X_7$
							1	-0,87	0,85	$X_8$
								1	-0,45	$X_9$
									1	$X_{10}$

$X_1$  – уміст гумусу, %;  $X_2$  – запас гумусу, т/га;  $X_3$  – бактерії МПА;  $X_4$  – бактерії КАА;  $X_5$  – МПА/КАА;  $X_6$  – мікроміцети;  $X_7$  – Стрептоміцети;  $X_8$  – інтенсивність асиміляції;  $X_9$  – уміст детриту, т/га;  $X_{10}$  – польова вологість, %.

Між коефіцієнтом мінералізації ( $X_5$ ) та рівнем зволоженості ( $X_{10}$ ) зв'язок підсилювався від оранки до мінімального безплужного обробітку, що свідчить про стабілізуючу роль вологи у процесах мінералізації органічної речовини ґрунту. На чорноземах при ґрунтозахисних технологіях асиміляція  $CO_2$  ґрунтового повітря сапрофітною мікрофлорою більш інтенсивно проявляється у

шарі ґрунту 0–15 см – між інтенсивністю асиміляції та вмістом гумусу виявлено обернений зв'язок, який підсилюється від оранки до мінімального обробітку.

**4. Вплив системи обробітку на відсотковий (%) розподіл коефіцієнтів кореляції різної сили і спрямованості між мікробіологічними показниками у 0–30 см шарі чорнозему типового**

Величина коефіцієнта кореляції	Оранка на 22-32 см	Безполицевий обробіток на 5–12 см
$R \geq \pm 0,45$	$\frac{46,7}{54,0}$	$\frac{77,7}{92,0}$
$R \geq +0,45$	$\frac{17,7}{7,0}$	$\frac{28,7}{36,0}$
$R \geq -0,45$	$\frac{29,0}{46,4}$	$\frac{49,0}{56,0}$
$R < \pm 0,45$	$\frac{53,3}{46,0}$	$\frac{22,3}{8,0}$

\* 0-15 см / 15-30 см

Між змінною  $X_8$  (інтенсивність асиміляції) та іншими елементами матричної моделі середні та сильні обернені зв'язки, тоді як під час безплужних обробітків інтенсивність асиміляції залежить від гумусного стану: чим більше гумусу, тим нижчий рівень асиміляції  $CO_2$ . Установлена закономірність в оберненому прояві проявляється у шарі 15-30 см під час оранки та глибокого безплужного обробітку, саморегулюючими факторами є вміст ( $X_1$ ) та запас гумусу ( $X_2$ ), а під час мінімального безплужного обробітку параметри  $X_1$ - $X_7$  пов'язані з  $X_8$  оберненими кореляційними зв'язками середнього та сильного рівня, що призводить до затухання інтенсивності асиміляції  $CO_2$  мікроорганізмами у шарі 15-30 см.

Під час оранки коефіцієнти мінералізації (КМ) органічної речовини ( $X_5$ ) вищі, ніж під час безплужних обробітків, тому зв'язок між інтенсивністю асиміляції ( $X_8$ ) та КМ ( $X_5$ ) у шарі 0–15 см сильний обернений, а під час безплужних неістотний прямий, що пов'язано із зниженням коефіцієнтів мінералізації в останньому випадку. У шарі 15–30 см закономірність обернена, що пов'язано з затуханням біологічної активності у цьому шарі.

Кількість вологи для мікроорганізмів у поровому просторі чорнозему є питанням визначальним з тієї причини, що розвиток та чисельність мікроорганізмів тісно пов'язано з вологістю у ґрунті. Взаємовідносини мікроорганізмів і ґрунтової вологи дещо відрізняються від взаємовідносин вологи з рослинами. Різниця криється в тому, що мікроорганізми функціонують у ґрунтовій волозі і можуть локалізуватися в наймілкіших шпаринах у ґрунті.

Дослідження Д. Г. Звягінцева (Звягінцев Д. Г., 1991) засвідчують, що у ґрунті переважають клітини (74 %) розміром 0,4–0,6 мкм, але їх об'єм складає 14 % від загального об'єму клітин, у той час великі клітини (1-4 мкм) займають 75 % від загального об'єму клітин. З цієї точки зору ґрунтова волога більш доступна для мікроорганізмів, ніж для рослин, але мікроорганізми, які попали в адсорбований стан, виходять з нього з великими труднощами. Адсорбований стан дуже пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів у ґрунті: зменшується швидкість їх розмноження, змінюється їх морфологія, швидкість споживання кисню,

виділення вуглекислоти, кількість і характер метаболітів, що утворюються. За дослідженнями Д. Г. Звягінцева, у розрахунку на одиницю маси чорнозему у разі зменшення розміру частинок ґрунту від 3 до 0,001 мм адсорбція мікроорганізмів збільшується у 3–4 рази. Встановлено, що коли товщина водяних плівок досягає 1–2 мм відбувається різке уповільнення інтенсивності розмноження клітин. Більш різке уповільнення розмноження ґрунтових мікроорганізмів відбувається в капілярах від 90 до 30 мкм. У більшості випадків між інтенсивністю споживання кисню мікроорганізмами і активністю вологи встановлюється прямий зв'язок, а за зазначеними показниками визначається кількісний показник ксерофільності мікроорганізмів. Бактерії вимагають для дихання більш високих значень ґрунтової вологи, чим дріжджі та гриби, що вказує на їх гігрофільність, а дріжджі і гриби є ксерофілами. Насиченість ґрунтового вбирного комплексу  $\text{Ca}^{2+}$  і особливо  $\text{K}^+$  підсилюють розвиток мікроорганізмів.

Межею товщини мікропор, за якою різко знижується рухомість ґрунтової вологи, є пори розміром 60 мкм, а негативний прояв фізичних властивостей адсорбованої вологи особливо різко проявляється за товщини ґрунтових пор у 8–4 мкм та менше. Оцінка ґрунтових шпарин по відношенню до мікроорганізмів багато в чому не збігається з її оцінкою для рослин: це пояснюється різними функціями капілярних шпарин розміром 3–60 мкм. Якщо для рослин вони виконують функції постачальника вологи, то забезпечувати киснем мікроорганізми вони не здатні.

Ґрунтозахисні технології покращують структурність і оптимізують співвідношення категорій мікропор у 0–30 см шарі чорнозему, що сприяє зниженню швидкості випаровування ґрунтової вологи на 25–30 %. Інтервал розміру шпарин від 60 до 30 мкм відповідає інтервалу вологості, в якому різко знижується життєдіяльність мікроорганізмів – це інтервал капілярно-гравітаційної вологи ( $1/3 \text{ НВ-ВРК}$  до  $1/3 \text{ ВРК-ВЗ}$ ) або від значень еквівалентної вологи до вологості уповільненого росту рослин (ВУР). У діапазоні зволоженості ВУР-ВЗ та зволоженістю меншою за ВЗ, волога знаходиться у важкорухомому стані, а життєдіяльність мікроорганізмів мінімальна.

Значення польової вологи ( $W, \%$ ) в найпосушливіший період року за сівозміну свідчить про те, що мінімалізація обробітку ґрунту до 5–12 см створює найбільш оптимальні умови для підтримки активного стану в діяльності ґрунтової мікрофлори. Завдяки оптимізації режиму зволоження, період біологічної активності (ПБА) у ґрунтовій товщі чорнозему в умовах мінімального обробітку продовжується на 20–25 днів порівняно з систематичним виконанням оранки. У зазначений період ґрунтова волога не втрачає рухомості і знаходиться в середній і верхній межі зволоженості в легкорухомому стані.

Стан вологи у ґрунті при мінімальному обробітку відповідає стану вологи в проточному капілярі, що пов'язано з підсиленням масопереносу в системі тверда фаза-ґрунтова волога-ґрунтове повітря. У легкорухомому стані вологи виникає стаціонарний конвективний рух потоку речовини – відбувається саморганізація масопереносу, який може збільшуватись на 150–200 %. Конвекційний рух в шарах ґрунтової вологи набуває стаціонарного, а за високих значень вологості – турбулентного характеру. Згадане явище самоорганізації масопереносу пов'язане

з розвитком нестійкості Марангоні (Шикула Н. К., 1991) на границі двох фаз, і призводить до утворення стаціонарних конвективних чарунок у шарах ґрунтової вологи. Активний стан ґрунтової вологи під час безплужного обробітку забезпечує ґрунтові мікроорганізми елементами живлення та киснем, що підвищує коефіцієнт збільшення кількості клітин мікроорганізмів у ґрунті до 4–6 проти 1–1,5 в тонких капілярах (менше 60 мкм) під час оранки. В останньому випадку в найбільш посушливий період року відчутно проявляється негативний вплив властивостей адсорбованої вологи, у ґрунтових шпаринах розміром 8–4 мкм, що збігається з зазначеним інтервалом вологості зав'ядання в найпосушливіший період року.

**Висновки.** Застосування ґрунтозахисного землеробства зменшує мінералізацію органічної речовини, покращує структурність й оптимізує співвідношення категорій мікропор у 0–30 см шарі чорнозему, що сприяє зниженню швидкості випаровування ґрунтової вологи на 25–30 %. Відбувається підсилення масопереносу на 150–200 % у системі тверда фаза-ґрунтова волога-ґрунтове повітря.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

**Sauerbeck D. R., Johnen B. C., 1977, "Root formation and decomposition during plant growth", Soil organic matter studios, Vienna, V. 1, P. 141-143.**

**Воробей І. І.** Біологічна активність і азотний фонд лучно-чорноземного ґрунту Андрушівського природно-сільськогосподарського району та їх зміни під впливом ґрунтозахисних технологій вирощування культур: автореф. дис. на здобуття наук. сткпеня канд. с.-х. наук: 06.01.03 / І. І. Воробей. – К., 1999. – 17 с.

*Vorobey I. I., 1999, "Biological activity and nitrogen fund of meadow - chernozem of Andrushisky nature-agricultural area and their changes under the influence of soil cultivation technologies", Author. dissertation ... candidate agric. sciences: 06.01.03, Nat. Agr. un-ty, K., 17 p.*

**Городецкая Е. Е.** Изменение биологической активности и гумусного состояния чернозема типичного под влиянием минимализации обработки почвы / Е. Е. Городецкая, Л. Р. Петренко // Химизация и агроэкология: сб. научн. тр. УСХА. – К.: Изд-во УСХА, 1991. – С. 58-62.

*Horodetskaya E. E., Petrenko L. R., 1991, "Changing of biological activity and humus status of chernozem typical under effect of soil tillage minimizing", Hymyzatsyya and ahroekolohyya, Sat. Nauchn. USHA labor, K., USHA Publishing House, P. 58-62.*

**Демиденко О. В.** Біогенність чорнозему типового за різного обробітку ґрунту / О. В. Демиденко, О. Л. Тонха, В. А. Величко // Вісник аграрної науки. – К., 2013. – № 1. – С.20–23.

*Demydenko O. V., Tonkha O. L., Velichko V. A., 2013, "Biohenity of chernozem typical under different tillage", Bulletin of Agricultural Science, № 1, P. 20-23.*

**Звягинцев Д. Г.** Методы почвенной микробиологии и биохимии: учебное пособие / Д. Г. Звягинцев. – М.: МГУ, 1991. – 304 с.

*Zvyahyntsev D. G., 1991, "Methods of soil microbiology and biochemistry", Study guide, M., MSU, 304 p.*

**Туев Н. А.** Микробиологические процессы гумусообразования / Н. А. Туев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.

*Tuyev N. A., 1989, "Microbiological processes of humus formation", Moscow, Agropromizdat, 239 p.*

**Шикула Н. К.** Ассимиляция углекислоты почв и почвенного воздуха с образованием белковых веществ гетеротрофными микроорганизмами и воспроизводство гумуса / Н. К. Шикула, А. Ф. Гнатенко, А. В. Демиденко // Физиологические механизмы азотного питания растений. – К.: АН Украины, 1991. – С. 140-144.

*Shykula N. K., Hnatenko A. F., Demydenko O. V., 1991, "Assymilation of CO<sub>2</sub> of soil ans soi air with creating of protein substances by heterotrophic microorganisms and humus renewal", Physiological methods of nitrogen nutrition of plants, Kiev, AN UKRAINE, P. 140-144.*