

## Annotation

**Rozhkov A. A., Chernobai S. V.**

### **Spring barley crop productivity under the influence of seeding rates and top-dressing**

Improvement of the technology to grow new varieties of spring barley on the background of the tendency of global climate changes, deterioration of the ecological situation and other unfavorable factors is one of the most important tasks at this stage of agriculture development, which needs to be given special attention, since the level of implementation of genetic potential of this crop's productivity depends on it.

The aim of the researches was to determine the complex effect of the seeding rate, top-dressing of crops in different phases of plants development by polymeric fertilizer Wuxal, as well as the weather conditions on productivity of spring barley of Monomakh variety.

The researches were carried out in 2015, 2016. The weather conditions of the vegetation periods differed from the average long-term indicators both according to the temperature regime and the amount of atmospheric precipitation, which in the sum were somewhat higher than the norm, but their distribution over the decades was uneven. On the whole, the weather conditions of the vegetation periods were more typical than extreme to grow spring barley.

During the research, the effect of four variants of seeding rate (factor A) was studied: 4.0; 4.5; 5.0 and 5.5 million seeds / ha and four variants of top-dressing of spring barley crops by polymeric fertilizer Wuxal (factor B): 1 - control; 2 – dressing in the phase of stalk-shooting; 3 - dressing during the period of ear formation; 4 – two times top-dressing (during the phases of stalk-shooting and ear formation).

On average, during the two years of the researches, the maximum yield of grain is 2.71 t/ha, was formed on the variants of the seeding rate of 5.0 million pieces per hectare and two top-dressings of the crops (during the phases of stalk-shooting and ear formation) by polymeric fertilizer Wuxal in a single dose – 1.0 kg / ha.

The analysis of the grain yield indicators confirms a significant influence of the investigated elements of the cultivation technology, the correct choice of which ensures a significant increase in the yield of spring barley of Monomakh variety, in a certain way, leveling the influence of unfavorable weather conditions of cultivation.

**Key words:** seeding rate, top-dressing, spring barley, yield of grain, phases of plants development, polymeric fertilizer.

**УДК 631.417.2 + 631.445.4:631.8:631.582**

### **ЗМІНА ЯКІСНОГО СКЛАДУ ГУМУСУ ЧОРНОЗЕМУ ОПІДЗОЛЕНОГО ПІСЛЯ ТРИВАЛОГО ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРІВ У ПОЛЬОВІЙ СИВОЗМІНІ**

**О. М. Трус, кандидат сільськогосподарських наук  
Уманський національний університет садівництва**

Подано результати вивчення впливу тривалого застосування добрив на вміст і запаси гумусу та його груповий склад у чорноземі опідзоленому. Встановлено, що з глибиною, по профілю ґрунту, запаси гумусу знаходяться на більш високому рівні, що вказує на інтенсивне проходження процесів дегуміфікації при землекористуванні. Тривале застосування мінеральних і органічних добрив та їх поєднання призводить до зміни групового складу гумусу.

**Ключові слова:** гумус, гумусові речовини, гумінові кислоти, фульвокислоти, чорнозем опідзолений, родючість ґрунту, добрива.

**Постановка проблеми.** Нині зібрано і узагальнено значну кількість інформації про вміст, запаси та якість гумусу в чорноземних ґрунтах, особливості трансформації їх органічної частини за різних умов використання та заходи ефективного регулювання цих процесів. Проте, ці дані мають суперечливий характер, інколи взаємопротилежний. Це спонукає до виявлення закономірностей трансформації органічної частини чорнозему опідзоленого під впливом тривалого застосування різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні, встановити вплив параметрів показників гумусового стану на властивості та родючість ґрунту і розробити заходи, які забезпечать повернення органічних речовин у ґрунт в оптимальних обсягах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Одним із найважливіших компонентів ґрунту є гумус. Гумусові речовини є резервом елементів живлення та енергії ґрунту. Вони визначають комплекс агрономічних властивостей ґрунту, перш за все його родючість. Вміст гумусу відіграє основну роль у формуванні загальної пористості, рівноважної щільності, структурності ґрунту, впливає на ферментативну активність, форми азотного живлення рослин і мікроорганізмів, енергетичний ресурс ґрунтів, створення оптимального екологічного середовища у ґрунтового профілі [1, 2].

Направленість процесів перетворення органічних речовин у ґрунті в загальному характеризують кількісні зміни гумусу. Вивчення таких змін, що викликані багаторічним впливом на ґрунт добрив, є особливо важливим для ґрунтів з невисокою забезпеченістю органічними речовинами [3]. До таких ґрунтів можна віднести і розповсюджені в Правобережному Лісостепу України чорноземи опідзолені. За останні роки кількість внесених мінеральних добрив зменшилась у 8–10, органічних – у 4–5 разів. Щорічні втрати гумусу за існуючої структури посівних площ у Лісостепу становлять 0,6–0,7 т/га [4, 5]. Тому така ситуація вимагає комплексного підходу до поліпшення родючості ґрунтів і особливо раціонального використання добрив.

Тривале застосування добрив має великий вплив на якісний склад гумусових речовин. Під їх дією збільшується частка гумінових кислот, причому суттєвіше, ніж мобільна їх частка, а також позитивно, але менш значно змінюється кількість фульвокислот і нерозчинного залишку [6]. Довготривале застосування мінеральних добрив у ланці сівозміни ячміль ярий – конюшина на зелений корм – пшениця озима сприяє певному покращенню гумусового стану ґрунту та його якісного складу. Так, при поступовому збільшенні доз мінеральних добрив спостерігається підвищення вмісту гумінових кислот та зменшення фульвокислот по відношенню до контролю. Кращим для формування гумусового стану і його якісного складу виявився варіант із внесенням на 1 га сівозмінної площі  $N_{66}P_{60}K_{68}$  [7].

Метою дослідження було визначити зміни показників гумусового стану чорнозему опідзоленого важкосуглинкового під впливом тривалого (з 1964 року) застосування різних доз добрив і систем удобрення в польовій сівозміні.

**Методика досліджень.** Дослідження з вивчення впливу тривалого

застосування різних доз і систем удобрення в польовій сівозміні на зміни групового складу гумусу чорнозему опідзоленого проводились у тривалому (з 1964 року) стаціонарному досліді кафедри агрохімії і ґрунтознавства Уманського національного університету садівництва, основою якого є 10-пільна сівозміна з типовим для регіону набором сільськогосподарських культур. Добрива в досліді вносяться за мінеральної ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ;  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ), органічної (Гній 9 т; 13,5 т; 18 т) та органо-мінеральної (Гній 4,5 т +  $N_{22}P_{34}K_{18}$ ; Гній 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; Гній 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$ ) систем удобрення. Дози добрив вказано з розрахунку на 1 га площі сівозміни. Для характеристики варіантів досліді використовували метод порівняння з ключами-аналогами – переліг і ґрунт під лісосмугою, закладених разом з дослідом.

У зразках ґрунту визначали загальний вміст гумусу за ДСТУ 4289:2004 спалюванням у біхроматі калію з подальшим титруванням хромової кислоти в присутності фенілантранілової кислоти [8] та груповий склад гумусу за методом І.В. Тюріна в модифікації М.М. Кононової та М.П. Бельчикової, спалювання за Б.А. Нікітіним (МВВ 31–497058–006–2002) [9]. Запаси гумусу розраховували виходячи з таких параметрів ґрунту: вміст гумусу, щільність, глибина шару ґрунту.

**Результати досліджень.** Вміст і якісний склад гумусу є одним з найважливіших чинників ґрунтової родючості, оскільки він бере участь у всіх ланках ґрунтоутворення і формування профілю ґрунту, створенні водомірної структури, поліпшенні аерації, підвищенні обмінної і водоутримуючої здатності, регулюванні живильного режиму і фізичних властивостей ґрунту [10].

За результатами проведених досліджень встановлено, що за різного удобрення ґрунту в польовій сівозміні переважають процеси гуміфікації органічних речовин. Порівнюючи показники вмісту гумусу в ґрунті досліджуваних варіантів з його показниками перед закладанням досліді, спостерігається незначне їх збільшення (табл. 1).

Так, застосування високих доз добрив за різних систем удобрення збільшило вміст гумусу в ґрунті польової сівозміни (шар 0–20 см) порівняно з його показниками перед закладанням досліді відповідно на 1–9 %. Він був у межах 3,35–3,62 %, що вказує на низький його вміст у ґрунті [11].

Внесення мінеральних добрив має незначний вплив на вміст гумусу в ґрунті польової сівозміни. За одинарних ( $N_{45}P_{45}K_{45}$ ), подвійних ( $N_{90}P_{90}K_{90}$ ) та потрійних ( $N_{135}P_{135}K_{135}$ ) доз добрив за мінеральної системи удобрення він був більший, порівняно з контролем, відповідно на 10 %, 15 і 17 %.

Внесення органічних добрив сприяло збереженню вмісту гумусу в шарі ґрунту 0–20 см на вищому рівні, порівняно з контрольним варіантом і становило у варіантах на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 9–18 т гною – 3,21–3,45 %. Вміст гумусу в ґрунті цих варіантів зростає пропорційно до внесеної норми органічних добрив. При внесенні на 1 га сівозмінної площі 18 т гною вміст гумусу в ґрунті збільшився порівняно з варіантом  $N_{90}P_{90}K_{90}$  за мінеральної системи удобрення на 5 %. Це вказує на те, що в ґрунт разом з органічними добривами надходить велика кількість енергетичного матеріалу, який необхідний для життєдіяльності мікроорганізмів, які відіграють важливу роль в процесах гумусоутворення.

**1. Уміст гумусу в чорноземі опідзоленому після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, %**

Варіант досліджу	Шар ґрунту, см				
	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Перед закладанням досліджу	3,31	3,00	2,74	2,25	2,14
Переліг	4,29	3,68	3,13	2,62	2,22
Лісосмуга	5,17	3,41	2,57	2,33	1,97
Без добрив (контроль)	2,86	2,65	2,56	2,13	1,93
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	3,16	2,86	2,60	2,27	2,17
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	3,29	3,00	2,72	2,35	2,19
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	3,35	3,07	2,80	2,34	2,20
Гній 9 т	3,21	2,83	2,60	2,29	2,16
Гній 13,5 т	3,39	2,99	2,70	2,34	2,20
Гній 18 т	3,45	3,06	2,80	2,40	2,20
Гній 4,5 т + N <sub>23</sub> P <sub>34</sub> K <sub>18</sub>	3,21	2,93	2,66	2,30	2,18
Гній 9 т + N <sub>45</sub> P <sub>68</sub> K <sub>36</sub>	3,48	3,17	2,79	2,42	2,21
Гній 13,5 т + N <sub>68</sub> P <sub>101</sub> K <sub>54</sub>	3,62	3,21	2,87	2,47	2,22
<i>HIP</i> <sub>05</sub>	0,17	0,15	0,15	0,13	0,12

Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив має найкращий вплив на збереження гумусу. Так, на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною N<sub>45</sub>P<sub>68</sub>K<sub>36</sub> вміст гумусу в ґрунті був більший порівняно з варіантами досліджу за органічної (на фоні внесення 18 т/га гною) і мінеральної (N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) систем удобрення відповідно на 1 % і 6 %. У ґрунті варіанту досліджу на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 13,5 т гною N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub> вміст гумусу в ґрунті був більший на 27 %, ніж у ґрунті ділянок без удобрення.

У ґрунті перелогу та лісосмуги (шар 0–20 см) спостерігається найвищий вміст гумусу – відповідно 4,29 % та 5,17 %. Найнижчий його вміст, з усіх досліджуваних варіантів, був у варіанті без добрив – 2,86 %, що менше порівняно з перелогом і лісосмугою відповідно на 33 % та 45 %. Це свідчить про зниження запасів гумусу в ґрунтах, залучених до інтенсивного господарського використання.

З глибиною по профілю ґрунту вміст гумусу зменшувався в усіх досліджуваних варіантах. Це пояснюється зниженням мікробіологічної активності і зменшенням надходження в ґрунт рослинних залишків, що призводить до погіршення умов процесів гумусоутворення.

Для кількісної характеристики гумусу використано показник його запасів по профілю ґрунту. Інтенсивне внесення органічних, мінеральних добрив та їх поєднанням у сівозміні, підтримує запаси гумусу в ґрунті на високому рівні (табл. 2). Так, у контрольному варіанті (шарі ґрунту 0–20 см) цей показник складав 70,8 т/га, а в шарі 0–100 см відповідно 301,9 т/га, що менше на 33 % та 24 % відповідно ніж у ґрунті перелогу. Внесення мінеральних добрив у польовій сівозміні менш істотно впливає на збереження гумусу в ґрунті і його запаси. Так, у ґрунті варіанту N<sub>135</sub>P<sub>135</sub>K<sub>135</sub> запаси гумусу

в шарі 0–20 см становлять 83,0 т/га, а в шарі 0–100 см 342,5 т/га, що лише відповідно на 17 % та 13 % більше, ніж у ґрунті варіанту без добрив.

За внесення лише органічних добрив запаси гумусу в ґрунті збільшуються більш істотно і у шарі 0–20 см були в межах від 79,5 т/га до 85,5 т/га, що більше порівняно з контрольним варіантом на 12–21 %. Запаси гумусу в шарі ґрунту 0–100 см становили 325,8–346,2 т/га, що більше порівняно з варіантом без удобрення на 8–15 %. У варіанті досліду на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 18 т гною запаси гумусу в шарі ґрунту 0–20 см були більшими порівняно з варіантом N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> на 5 %, а в шарі 0–100 см – відповідно на 3 %. Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 9 т гною N<sub>45</sub>P<sub>68</sub>K<sub>36</sub> мало кращий вплив на запаси гумусу в ґрунті.

## 2. Запаси гумусу в чорноземі опідзоленому після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні

Варіант досліду	Шар ґрунту, см					
	0–20				0–100	
	т/га	до вихідного вмісту, %	до контролю, %	до запасів у шарі 0–100 см, %	т/га	до контролю, %
Перед закладанням досліду	82,1	100	16	24	334,8	111
Переліг	106,3	129	150	27	396,8	131
Лісосмуга	128,3	156	181	33	384,7	127
Без добрив (контроль)	70,8	86	100	23	301,9	100
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	78,3	95	111	24	325,3	108
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	81,7	99	115	24	337,5	112
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	83,0	101	117	24	342,5	113
Гній 9 т/га	79,5	97	112	24	325,8	108
Гній 13,5 т/га	84,1	102	119	25	339,3	112
Гній 18 т/га	85,5	104	121	25	346,2	115
Гній 4,5 т/га + N <sub>23</sub> P <sub>34</sub> K <sub>18</sub>	79,7	97	113	24	330,8	110
Гній 9 т/га + N <sub>45</sub> P <sub>68</sub> K <sub>36</sub>	86,2	105	122	25	350,1	116
Гній 13,5 т/га + N <sub>68</sub> P <sub>101</sub> K <sub>54</sub>	89,9	109	127	25	358,6	119

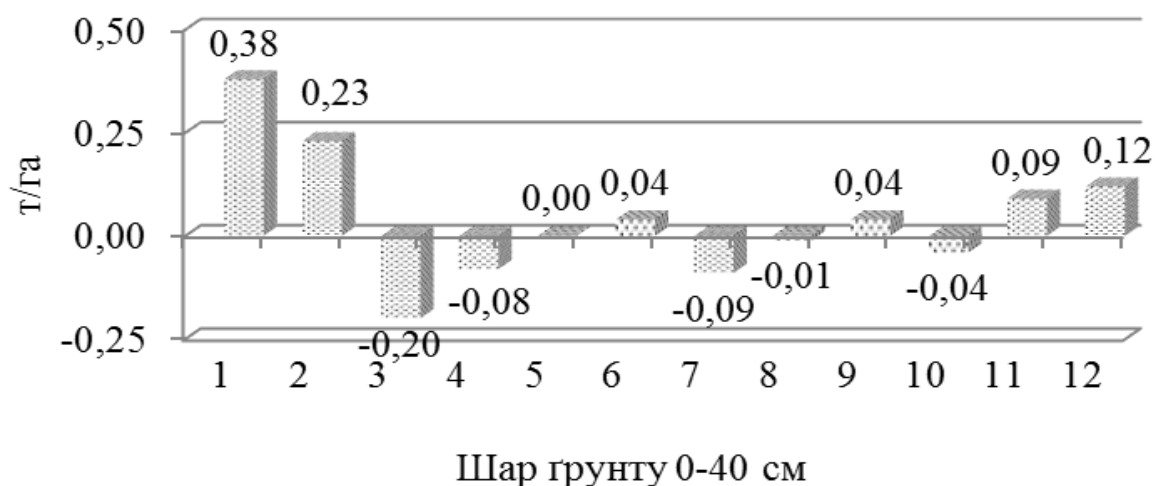
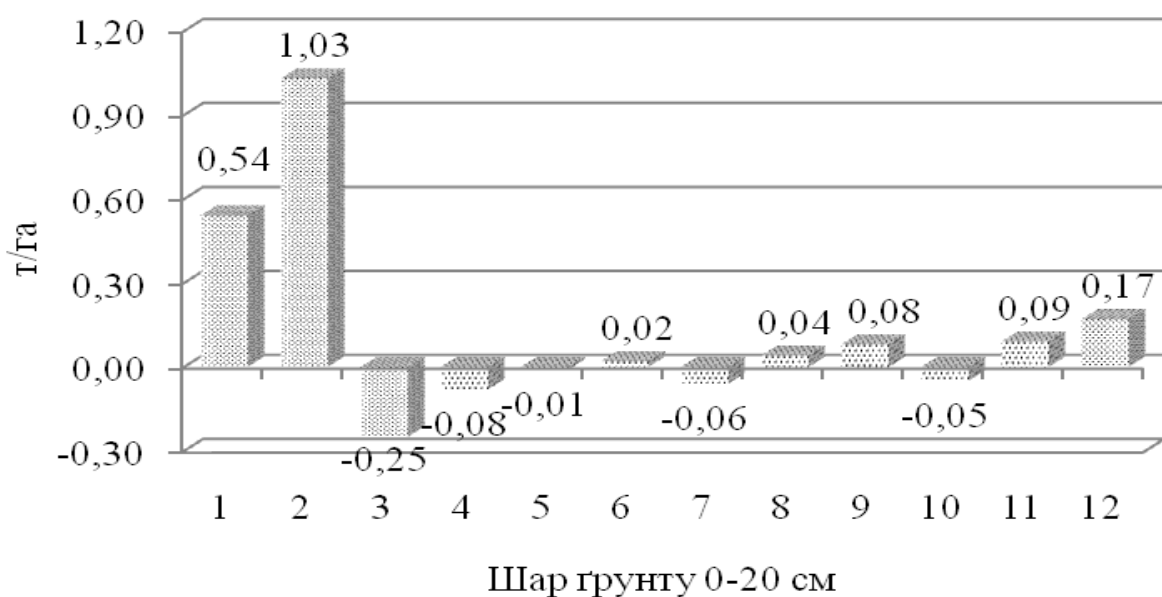
Вони були більшими в шарі ґрунту 0–20 та 0–100 см порівняно з варіантом N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub> відповідно на 6 % та 4 %, а з варіантом на фоні внесення 18 т/га гною – відповідно на 1 % і 4 %. Найбільшими запасами гумусу в шарі ґрунту 0–20 см характеризувався варіант на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 13,5 т гною N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub> – 89,9 т/га, що більше порівняно з неудобреними ділянками на 27 %, а в шарі 0–100 см – 358,6 т/га, що відповідно більше на 19 %, ніж у ґрунті варіанту без добрив. З усіх досліджуваних доз добрив і систем удобрення цей варіант є найбільш ефективним для забезпечення збереження вмісту гумусу в ґрунті.

Найменші запаси гумусу в чорноземі опідзоленому були в варіанті без удобрення – у шарі 0–20 см та 0–100 см вони становлять 70,8 т/га та

301,9 т/га, що відповідно менше на 14 % і 10 %, ніж у ґрунті перед закладанням дослідів.

Запаси гумусу в шарі ґрунту 0–20 см польової сівозміни залежно від варіанту дослідів становили 70,8–89,9 т/га, що згідно прийнятої градації вважаються низькими [11]. У метровому шарі чорноземі опідзоленого запаси гумусу були в межах від 301,9 т/га до 396,8 т/га, тому його можна віднести до третього класу природного потенціалу родючості [12].

З практичного погляду важливим показником є середньорічні зміни запасів гумусу в ґрунті за різного удобрення. Як видно за даних рисунку, в більшості варіантів дослідів спостерігалось збільшення запасів гумусу в ґрунті порівняно з вихідним рівнем.



**Рис. Середньорічні зміни запасів гумусу в чорноземі опідзоленому після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні, т/га:**

1 – Переліг; 2 – Лісосмуга; 3 – Без добрив (контроль); 4 –  $N_{45}P_{45}K_{45}$ ;  
 5 –  $N_{90}P_{90}K_{90}$ ; 6 –  $N_{135}P_{135}K_{135}$ ; 7 – Гній 9 т; 8 – Гній 13,5 т; 9 – Гній 18 т;  
 10 – Гній 4,5 т +  $N_{23}P_{34}K_{18}$ ; 11 – Гній 9 т +  $N_{45}P_{68}K_{36}$ ; 12 – Гній 13,5 т +  $N_{68}P_{101}K_{54}$

Так, у шарі ґрунту 0–20 см збільшення середньорічних запасів гумусу проходило у варіантах із застосуванням високих доз мінеральних добрив і становило 0,02 т/га. При застосуванні органічних добрив збільшення середньорічних запасів гумусу було в варіантах із високими нормами гною – 0,04–0,08 т/га. Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив сприяло найбільшому середньорічному збільшенню запасів гумусу в ґрунті варіанту на фоні 13,5 т гною  $N_{68}P_{101}K_{54}$  – 0,17 т/га.

У шарі ґрунту 20–40 см спостерігається незначне збільшення запасів гумусу. Так, у варіанті з внесенням  $N_{90}P_{90}K_{90}$  і  $N_{135}P_{135}K_{135}$  запаси гумусу щорічно збільшувались на 0,01 т/га і 0,02 т/га, а за внесення органічних добрив (на фоні внесення на 1 га сівозмінної площі 13,5 т і 18 т гною) – зменшувались відповідно на 0,05 т/га і 0,04 т/га. За орґано-мінеральної системи удобрення в варіанті з внесенням на 1 га сівозмінної площі 9 т гною  $N_{45}P_{68}K_{36}$  запаси гумусу залишались на однаковому рівні, а у варіанті на фоні внесення 13,5 т/га гною  $N_{68}P_{101}K_{54}$ , показник середньорічних змін запасів гумусу зменшувався на 0,05 т/га.

Результати досліджень групового складу гумусу чорнозему опідзоленого (табл. 3) показали, що на перелозі та під лісосмугою в шарі 0–40 см спостерігався найвищий вміст загального вуглецю – 2,30 і 2,49 %. Найнижчий його вміст, з усіх досліджуваних варіантів, був у варіанті без удобрення – 1,60 %. Тривале застосування у польовій сівозміні мінеральних добрив сприяло значно меншому впливу на вміст загального вуглецю. Так, він був більший, порівняно з контролем на 9–16 % залежно від доз внесення добрив. Вміст загального вуглецю при внесенні органічних добрив зберігається на вищому рівні, порівняно з неудобреними ділянками і становить 1,75–1,89 % залежно від доз гною. Поєднане застосування органічних та мінеральних добрив найкраще сприяло збереженню вмісту загального вуглецю в ґрунті. Так, у варіанті на фоні 13,5 т/га гною +  $N_{68}P_{101}K_{54}$  вміст загального вуглецю був на 24 % більший, ніж у варіанті без удобрення.

Помітний вплив на вміст у гумусі груп гумінових та фульвокислот мають добрива. Так, за тривалого застосування мінеральних добрив у польовій сівозміні вміст гумінових кислот у шарі 0–40 см становив 28,7–31,7 %, а фульвокислот – 17,8–19,9 % від загального вуглецю. Застосування органічних добрив збільшує вміст групи гумінових кислот до 30,9–35,4 % від загального вуглецю. При цьому вміст фульвокислот збільшився з 18,2 % до 23,3 % від загального вуглецю. Поєднане застосування органічних і мінеральних добрив у польовій сівозміні спричинило збільшення вмісту гумінових кислот відповідно до 29,2–37,4 % від загального вуглецю, при цьому вміст фульвокислот залишився на рівні органічної системи удобрення – 17,4–22,2 % від загального вуглецю. Це свідчить про те, що саме органічні добрива як окремо, так і у поєднанні з мінеральними є важливим фактором у підвищенні загального вмісту гумусу в ґрунті та груп гумусових кислот.

Тривале застосування добрив у польовій сівозміні збільшує вміст у чорноземі опідзоленому гумінових кислот більшою мірою, ніж фульвокислот. Тому співвідношення вуглецю гумінових і фульвокислот у ґрунті коливається

в межах від 1,5 до 1,7 залежно від удобрення. Відповідно і тип ґрунту в усіх варіантах дослідів залишився гуматним.

### 3. Груповий склад гумусу чорнозему опідзоленого після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні (шар 0–40 см)

Варіант дослідів	Вміст загального вуглецю, (C <sub>заг</sub> ), %	Гумінові кислоти (ГК), %	Фульвокислоти (ФК), %	Нерозчинний залишок (гумін), %	$\frac{C_{ГК}}{C_{ФК}}$
Переліг	2,30	$\frac{0,62}{26,9}$	$\frac{0,43}{18,7}$	$\frac{1,25}{54,4}$	1,4
Лісосмуга	2,49	$\frac{0,72}{28,9}$	$\frac{0,45}{18,1}$	$\frac{1,32}{53,0}$	1,6
Без добрив (контроль)	1,60	$\frac{0,45}{28,1}$	$\frac{0,26}{16,2}$	$\frac{0,89}{55,7}$	1,7
N <sub>45</sub> P <sub>45</sub> K <sub>45</sub>	1,74	$\frac{0,50}{28,7}$	$\frac{0,31}{17,8}$	$\frac{0,93}{53,5}$	1,6
N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> K <sub>90</sub>	1,82	$\frac{0,56}{30,8}$	$\frac{0,34}{18,7}$	$\frac{0,92}{50,5}$	1,6
N <sub>135</sub> P <sub>135</sub> K <sub>135</sub>	1,86	$\frac{0,59}{31,7}$	$\frac{0,37}{19,9}$	$\frac{0,90}{48,4}$	1,6
Гній 9 т/га	1,75	$\frac{0,54}{30,9}$	$\frac{0,32}{18,2}$	$\frac{0,89}{50,9}$	1,7
Гній 13,5 т/га	1,85	$\frac{0,61}{33,0}$	$\frac{0,38}{20,5}$	$\frac{0,86}{46,5}$	1,6
Гній 18 т/га	1,89	$\frac{0,67}{35,4}$	$\frac{0,44}{23,3}$	$\frac{0,78}{41,3}$	1,5
Гній 4,5 т/га + N <sub>23</sub> P <sub>34</sub> K <sub>18</sub>	1,78	$\frac{0,52}{29,2}$	$\frac{0,31}{17,4}$	$\frac{0,95}{53,4}$	1,7
Гній 9 т/га + N <sub>45</sub> P <sub>68</sub> K <sub>36</sub>	1,93	$\frac{0,64}{33,2}$	$\frac{0,38}{19,7}$	$\frac{0,91}{47,1}$	1,7
Гній 13,5 т/га + N <sub>68</sub> P <sub>101</sub> K <sub>54</sub>	1,98	$\frac{0,74}{37,4}$	$\frac{0,44}{22,2}$	$\frac{0,80}{40,4}$	1,7
НІР <sub>05</sub>	0,09	0,03	0,02	–	–

*Примітка.* У чисельнику – частка від маси ґрунту, %; у знаменнику – від загального вуглецю, %.

За тривалого застосування добрив частина нерозчинного залишку (гуміну) збільшувалась порівняно з неудобреними ділянками залежно від доз добрив на 1–4 % за мінеральної та 2–7 % – за органо-мінеральної систем удобрення. Зменшення нерозчинного залишку (гуміну) на 3–12 % спостерігалось у варіантах за органічної системи удобрення (варіанти Гній 13,5 т і Гній 18 т) та за органо-мінеральної системи удобрення в варіанті Гній 13,5 т + N<sub>68</sub>P<sub>101</sub>K<sub>54</sub> – відповідно на 10 %.

**Висновки.** Вміст гумусу в чорноземі опідзоленому (шар 0 – 20 см) після тривалого (45 років) застосування добрив у польовій сівозміні знаходиться в



межах 3,1–3,6 % залежно від їх доз. Запаси гумусу в метровому шарі ґрунту польової сівозміни становлять 325–359 т/га. При цьому застосування високих доз добрив за різних систем удобрення збільшило вміст і запаси гумусу в ґрунті польової сівозміни (шар 0–20 см), порівняно з 1964 роком, відповідно на 1–9 %.

Сума гумінових кислот у шарі ґрунту 0–40 см, залежно від норм добрив, збільшується з 28,7 % до 37,4 % у складі вуглецю загального гумусу, що свідчить про високу ступінь гуміфікації органічних речовин. Відмічено збільшення суми фульвокислот на 10–44 % порівняно з контрольним варіантом, що призводить до звуження співвідношення  $C_{гк} : C_{фк}$ . Проте, тип гумусу в усіх варіантах дослідів залишається гуматний. Частка нерозчинного залишку зменшується порівняно з неудобреними ділянками та істотно залежить від доз добрив.

### Література

1. Ярмоленко Є. В., Глущенко М. К., Запасний В. С., Крупко Г.Д., Клименко М.О. Основні шляхи підвищення родючості ґрунтів, завдання та перспективи. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2016. Випуск 1 (73). С. 39–48.
2. Полупан М. І., Ковальов В. . Теоретичні основи нагромадження гумусу в природних умовах, його еволюція та управління ним в агроценозах. *Вісник аграрної науки*. 1997. № 9. С. 21–26.
3. Созінов О. О. Комплексне окультурення ґрунтів. Київ. 1998. 60 с.
4. Мазур Г. А. Потенціали родючості ґрунтів і продуктивність сільськогосподарських культур. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. Київ. 2002. Вип. 3–4. С. 3–7.
5. Носко Б. С. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. Київ : Урожай, 1990. 328 с.
6. Гамзиков Г. П., Кулагина М. Н. Влияние длительного систематического применения удобрений на органическое вещество почвы. *Почвоведение*. 1990. № 11. С. 57–67.
7. Смішна-Старинська Л. В. Вплив довготривалого застосування мінеральних добрив на фракційно-груповий склад гумусу сірого лісового ґрунту і продуктивність культур. *Збірник наукових праць Подільського державного агротехнічного університету*. 2013. № 21. С. 95–99.
8. ДСТУ ISO 4289:2004. [Чинний від 2004-05-30]. Якість ґрунту. Методи визначення органічної речовини: К.: Держспоживстандарт України. 2005. 16 с.
9. Ґрунти. Визначення групового складу гумусу за методом І. В. Тюріна в модифікації М.М. Кононової та Н.П. Бельчикової, спалювання за Б.А. Нікітіним (варіант ННЦ ІГА): МВВ 31–497058–006–2002.
10. Чабан В. І., Коваленко В. Ю., Клявзо С. П. Параметри вмісту гумусу в чорноземі звичайному та прогноз його змін залежно від агровиробничого використання. *Бюлетень Інституту зернового господарства*. 2010. № 38. С. 64–69.
11. Тихоненко Д. Г., Дегтярьов В. В. Колоїдно-хімічна діагностика акумулювативного ґрунтоутворення і родючості чорноземів України. *Агрохімія і*

грунтознавство: спец. випуск «Охороні ґрунтів – державну підтримку». Харків. 2010. Книга перша. С. 163–172.

12. Полупан М. І., Соловей В.Б., Кисіль В. І., Величко В. А. Визначник екологогенетичного статусу та родючості ґрунтів України. Київ : Колообіг, 2005. 304 с.

## References

1. Yarmolenko, Y.V., Gluschenko, M.K., Zapasny, V.S., Krupko, G.D., Klymenko, M.O. (2016). Main ways to improve soil fertility, challenges and perspectives. *Bulletin of National University of Water Management and Nature Management*, 2016, Vol. 1(73), pp. 39–48 (in Ukrainian).

2. Polupan, M.I., Kovaliev, V.G. (1997). Theoretical bases of humus accumulation under natural conditions, its evolution and its management in agrocenoses. *Bulletin of Agrarian Science*, 1997, no. 9, pp. 21–26 (in Ukrainian).

3. Sozinov, O.O. (1998). *Complex cultivation of soils*. Kyiv, 1998. 60 p. (in Ukrainian).

4. Mazur, G.A. (2008). Potentials of soil fertility and productivity of agricultural crops. *Bulletin of Institute of Agriculture of UAAS*, 2008, Vol. 3–4, pp. 3–7 (in Ukrainian).

5. Nosko, B.S. (1990). *Reference book of the agrochemical and agroecological state of the Ukrainian soils*. Kyiv: Urozhai, 1990, 328 p. (in Ukrainian).

6. Gamzikov, G.P., Kulagina, M.N. (1990). Effect of prolonged systematic application of fertilizers on the organic matter of the soil. *Soil Science*, 1990, no. 11, pp. 57–67 (in Russian).

7. Smishna-Starinska, L.V. (2013). Influence of long-term application of mineral fertilizers on the fractional-group composition of humus of gray forest soil and productivity of crops. *Bulletin of Podilsky State Agrotechnical University*, 2013, no. 21, pp. 95–99 (in Ukrainian).

8. *State Standard 4289:2004. Methods for determining organic matter*: Kyiv: State Consumer Standard of Ukraine, 2005. 16 p. (in Ukrainian).

9. *Soils. Determination of humus group composition by I.V. Tiurin method in the modification of M.M. Kononova and N.P. Belchikova, burning by B.A. Nikitin (NSC ISSA): MBB 31–497058–006–2002* (in Ukrainian).

10. Chaban, V.I., Kovalenko, V.Y., Kliavzo, S.P. (2010). Parameters of humus content in chernozem and forecast of its changes depending on the agro-industrial use. *Bulletin of Institute of Grain Farming*, 2010, no. 38, pp. 64–69 (in Ukrainian).

11. Tykhonenko, D.G., Degtiarev, V.V. (2010). Colloidal-chemical diagnostics of cumulative soil formation and fertility of chernozem in Ukraine. *Agrochemistry and Soil Science: special release of soil protection – state support*, 2010, pp. 163–172 (in Ukrainian).

12. Polupan, M.I., Solovei, V.B., Kisil, V.I., Velichko, V.A. (2005). *Indicator of the ecological and genetic status and fertility of soils in Ukraine*. Kyiv: Koloobig, 2005. 304 p. (in Ukrainian).

Одержано 14.11.2017

## Аннотация

**Трус А. Н.**

### **Изменение качественного состава гумуса чернозема оподзоленного после длительного применения удобрений в полевом севообороте**

Основной агрономической оценкой гумусового состояния почв считается характер его качественных и количественных изменений. По нему можно оценить характер и направленность процесса почвообразования и прогнозировать его эволюцию в будущем. Поэтому целью исследования было определить изменения показателей гумусового состояния чернозема оподзоленного под влиянием длительного (с 1964 года) применения различных доз удобрений и систем удобрения в полевом севообороте. В образцах почвы определяли общее содержание, запасы гумуса и групповой состав гумуса.

По результатам проведенных исследований установлено, что применение высоких доз удобрений при разных системах удобрения обеспечивает содержание гумуса в почве полевого севооборота (слой 0–20 см) на уровне 3,35–3,62 %, что указывает на низкое его содержание в почве. С глубиной по профилю почвы содержание гумуса уменьшается во всех исследуемых вариантах.

Запасы гумуса в слое почвы 0–20 см полевого севооборота в зависимости от варианта опыта составляли 70,8–89,9 т/га, что согласно принятой градации считаются низкими. В метровом слое чернозема оподзоленного запасы гумуса были в пределах от 301,9 т/га до 396,8 т/га, поэтому его можно отнести к третьему классу природного потенциала плодородия.

В большинстве вариантов опыта наблюдалось увеличение среднегодовых изменений запасов гумуса в почве по сравнению с исходным уровнем. Так, увеличение среднегодовых запасов гумуса в слое почвы 0–20 см проходило в варианте с внесением  $N_{135}P_{135}K_{135} - 0,02$  т/га. При применении органических удобрений запасы гумуса увеличивались в вариантах с высокими дозами навоза (Навоз 13,5 т и Навоз 18 т) – 0,04 т/га и 0,08 т/га. Совместное применение органических и минеральных удобрений способствовало наибольшему среднегодовому увеличению запасов гумуса в почве варианта на фоне внесения 13,5 т навоза +  $N_{68}P_{101}K_{54} - 0,17$  т/га.

Сумма гуминовых кислот в слое почвы 0–40 см, в зависимости от доз удобрений, увеличивается с 28,7 % до 37,4 % в составе углерода общего гумуса, что свидетельствует о высокой степени гумификации органических веществ. Отмечено увеличение суммы фульвокислот на 10–44 % по сравнению с контролем, что приводит к сужению соотношения  $C_{гк} : C_{фк}$ . Однако, тип гумуса во всех вариантах опыта остается гуматный. Доля нерастворимого остатка уменьшается по сравнению с контролем и существенно зависит от доз удобрений.

**Ключевые слова:** гумус, гумусовые вещества, гуминовые кислоты, фульвокислоты, чернозем оподзоленный, плодородие почвы, удобрения.

## Annotation

**Trus O. M.**

### **Changing the qualitative composition of humus of podzolized chernozem after a prolonged use of fertilizers in the field crop rotation**

The main agronomic assessment of the humus soil state is the nature of its qualitative and quantitative changes. Therefore, the purpose of the study is to determine changes in the humus state of podzolized chernozem under the influence of the long application of different doses of fertilizers and fertilizer systems in the field crop rotation (since 1964). The total content and supply of humus and the humus composition are determined in soil samples.

According to the results of the conducted research, it is found that the application of high doses of fertilizers in different fertilizer systems provides humus content in the soil of the field crop rotation (a layer of 0–20 cm) at the level of 3.35–3.62 % indicating its low content in the soil. With depth on the soil profile the humus content decreases in all studied variants.

Depending on the variant of the experiment, the humus supply in the soil layer of 0–20 cm of the field crop rotation amounts to 70.8–89.9 t/ha which is considered low according to the accepted gradation. Humus supply ranges from 301.9 t/ha to 396.8 t/ha in the meter layer of podzolized chernozem, so it can be attributed to the third class of natural fertility potential.

There is an increase in average annual changes in humus supply in the soil compared with the initial level in most variants of the experiment. Thus, an increase in the average annual humus supply in the soil layer of 0–20 cm is carried out in the variant with the introduction of  $N_{135}P_{135}K_{135}$  (0.02 t/ha). Applying organic fertilizers they increase in variants with high doses of manure (manure of 13.5 tons and manure of 18 tons) – 0.04 t/ha and 0.08 t/ha, respectively. Combined use of organic and mineral fertilizers contributes to the largest annual increase in the humus supply in the soil variant introducing 13.5 tons of manure +  $N_{68}P_{101}K_{54}$  – 0.17 t/ha.

Depending on doses of fertilizers, the amount of humic acids in the soil layer of 0–40 cm increases from 28.7 % to 37.4 % in the carbon content of the total humus indicating a high degree of humification of organic matter. An increase in the amount of fulvic acids is noted by 10–44 % compared with the check variant which leads to the reduction of the ratio  $C_{ha}: C_{fa}$ . However, the humus type in all experimental variants remains humatic. The proportion of insoluble residue decreases in comparison with the check variant and substantially depends on the dose of fertilizers.

**Keywords:** humus, humus substances, humic acids, fulvic acids, podzolized chernozem, soil fertility, fertilizers.

УДК 631.51:631.81:631.543.2:631.67:635.652.2

## ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ КВАСОЛІ ЗВИЧАЙНОЇ (*Phaseolus vulgaris* L.) ПРИ ЗРОШЕННІ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**В. О. Ушкаренко, доктор сільськогосподарських наук**

**С. О. Лавренко, кандидат сільськогосподарських наук**

**Д. О. Максимов, аспірант**

**Державний вищий навчальний заклад «Херсонський державний аграрний університет»**

В статті представлені результати енергетичного аналізу багаторічних польових досліджень з вивчення продуктивності рослин квасолі звичайної залежно від обробки ґрунту, мінеральних добрив та ширини міжряддя при зрошенні в умовах Південного Степу України. Запропоновані енергоощадні елементи технології вирощування культури, які дають змогу отримувати запланований рівень врожаю зерна квасолі звичайної при раціональному використанні матеріальних та природних ресурсів.

**Ключові слова:** квасоля звичайна, енергетична ефективність, обробіток ґрунту, мінеральні добрива, ширина міжряддя, зрошення.

**Постановка проблеми.** Світова енергетична криза, яка загострилася протягом останнього десятиріччя, примушує людство вести загальне виробництво, та сільськогосподарське зокрема, з найменшими витратами матеріальних й енергетичних ресурсів. Тому, розробка та впровадження у виробництво енергетично ефективних технологій є важливою виробничою