

UDK [631.445.41:631.434]:[631.417.2+631.872]

O. S. Panasenko, Cand. Sci. (Agric.)*Kharkov National Agrarian University named after V.V. Dokuchaev
zhernova2007@rambler.ru***THE COMPLEX ROLE OF COLLOIDAL FORM OF HUMUS,
ACTUAL HUMIC SUBSTANCES AND DETRITUS IN THE FORMATION
OF MICRO AND MACRO STRUCTURAL UNITS OF MOLLIC SOILS**

It was shown that colloidal forms of humus, the actual humic substances (proper humus substances) and detritus play a complex role in the formation of micro and macro aggregates of chernozems that defines the physical parameters of the soil and the total level of soil fertility. Revealed regularities of structural formation (aggregation of elementary soil particles) in different type of use of typical chernozem in forrest-steppe of Ukraine.

Structural units of virgin soil and soil under forest belts contain elongated detritus fragments which possibly can participate in the formation of micro aggregates with the subsequent formation of macro aggregates. In structural units of tillage passive humus detritus has short and small fragments, which do not allow to form agronomically valuable structural units.

It was found that individual components of the soil organic part, depending upon the way of typical chernozem usage, play different roles in the formation of soil structural units. In all soil samples the actual humic substances play the main role in up to 1 mm size water-resistant structural aggregates formation. In tillage and fallow chernozem the actual humic substances have the higher content in more than 1 mm size soil aggregates formation, but in virgin steppe soils and forest belts soils the detritus plays the leading role. Through the proper ratio of actual humic substances and detritus the regular strengthening the detritus role has been revealed in large aggregates formation at all studied ecosystems.

Formation of the structural unit is possible to imagine like this: humic substances saturate a piece of clay, followed by polycondensation and polymerization, there by envelop clay particles- forming organo-mineral smallest elementary unit, further, with the participation of divalent cations, first of all Ca^{2+} , connecting these smallest units and the formation of micro aggregates, the humic substances actually cover with foil the mineral particles and the same time are absorbed by detritus; detritus with adsorbed humic substances on it begins to be aggregated. When its humic substances are connected through the carboxyl and amino groups and divalent cations with micro aggregates then the macro aggregates are formed. Detritus acts as a basis for sustainability of macro aggregates of chernozem soils. Detritus villi can, in turn, connect several micro aggregates, using adsorbed actually humus substances in structural macroaggregates.

Keywords: *typical chernozem, colloidal forms of humus, structural unit, actually humus substances, detritus.*

УДК [631.445.41:631.434]:[631.417.2+631.872]

О. С. Панасенко канд. с.-х. наук

*Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева,
zhernova2007@rambler.ru*

**КОМПЛЕКСНАЯ РОЛЬ КОЛЛОИДНЫХ ФОРМ ГУМУСА,
СОБСТВЕННО ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ И ДЕТРИТА В
ОБРАЗОВАНИИ МИКРО- И МАКРОАГРЕГАТОВ ЧЕРНОЗЕМОВ**

Показана комплексная роль коллоидных форм гумуса, собственно гумусных веществ и детрита в образовании микро- и макроагрегатов черноземов, что определяет физические параметры почвы и уровень ее плодородия в целом. Установлены закономерности структурообразования (агрегирование элементарных частиц почвы) в разных по типу использования черноземах типичных Лесостепи Украины.

Ключевые слова: чернозем типичный, коллоидные формы гумуса, структурный агрегат, собственно гумусовые вещества, детрит.

УДК [631.445.41:631.434]:[631.417.2+631.872]

О. С. Панасенко, канд. с.-г. наук

*Харківський національний аграрний університет ім. В. В. Докучаєва
zhernova2007@rambler.ru*

**КОМПЛЕКСНА РОЛЬ КОЛОЇДНИХ ФОРМ ГУМУСУ,
ВЛАСНЕ ГУМУСОВИХ РЕЧОВИН І ДЕТРИТУ В УТВОРЕННІ
МИКРО- І МАКРОАГРЕГАТІВ ЧОРНОЗЕМІВ**

Показано комплексну роль колоїдних форм гумусу, власне гумусових речовин і детриту в утворенні мікро- і макроагрегатів чорноземів, що визначає фізичні параметри ґрунту і рівень його родючості загалом. Виявлено закономірності структуроутворення (агрегування елементарних часточок ґрунту) у різних за типом використання чорноземах типових Лісостепу України.

Ключові слова: чорнозем типовий, колоїдні форми гумусу, структурний агрегат, власне гумусові речовини, детрит.

Вступ. Вивчаючи фактори структуроутворення, а також колоїдно-хімічну природу утворення агрегатів, А. Ф. Тюлін вказує на те, що недостатньо у ґрунті враховувати тільки кількість водотривких агрегатів, а потрібно вивчати їх генезис і якість (Тюлін, 1955).

Для утворення структури необхідно, щоб глина і гумус самі були коагульовані кальцієм. Гумус є фактором водостійкості структури. У створенні структурних агрегатів бере участь лише та частина ґрунтового гумусу, що здатна переходити до розчину після заміни у ґрунті обмінно увібраного кальцію натрієм. Цю частину гумусу О. Н. Соколовський назвав активним гумусом. Інша частина –

пасивний гумус, участі в структуроутворенні не бере, але, не маючи здатності переходити до розчину, забезпечує водостійкість ґрунтової структури (Соколовский, 1971).

Стівенсон визначив дев'ять загальних властивостей гумінових речовин і відповідні види їх впливу на ґрунт. Було визнано, що цей вплив, як правило, сприятливий для екосистеми загалом. Види впливу колоїдних форм гумусу на основні ґрунтові характеристики можливо розділити на дві головні групи: 1) вплив, обумовлений хімічними і біологічними перетвореннями органічних компонентів; 2) впливи, які можуть посилюватися внаслідок біологічних або хімічних трансформацій; при цьому деякий позитивний ефект досягається просто завдяки наявності органічних речовин у ґрунті (Stevenson, 1982).

Об'єкти дослідження – чорнозем типовий середньосуглинковий у межах Українського природного степового заповідника “Михайлівська цілина» у Сумській області під такими угіддями: цілина; переліг (ділянка була ріллею до 1956 р.); лісосмуга (закладена 1956 р., насадження клену гостролистого); рілля 77 років (була відведена для сільськогосподарського освоєння 1933 р.).

Методи дослідження. Визначено структурно-агрегатний склад за методом Н.І. Саввінова (МВВ 31-497058-012-2005), уміст колоїдних форм гумусу – за методом О. Н. Соколовського (Соколовский А. Н., 1971), уміст власне гумусових речовин і детриту модифіцированим методом Шпринґера (Практикум з ґрунтознавства за ред. Д. Г. Тихоненка, В. В. Дегтярьова, 2009).

Результати досліджень. Визначення структурно-агрегатного складу чорноземів типових засвідчило, що у структурному складі чорнозему типового абсолютної цілини (табл. 1) виявлено найбільшу кількість агрегатів оптимального розміру (0,25-10 мм), а в орному ґрунті – суттєво меншу. Уведення перелогового режиму сприяє поліпшенню структурності ґрунту. Особливо це помітно у верхній досліджуваній товщі ґрунту. Насадження деревної рослинності збільшує кількість агрегатів оптимального розміру. Установлено, що найвищою водотривкістю характеризується структура чорнозему під абсолютною цілиною і під перелогом, де коефіцієнти водотривкості значно вищі, порівняно з орним ґрунтом. Структура чорнозему під лісосмугою є більш водотривкою, ніж під ріллею, але менш тривкою порівняно з чорноземом природної і постаґрогенної екосистем.

У ґрунті цілини вміст активного гумусу найвищий у структурних агрегатах > 3 мм, в агрегатах розміром 3–1 мм він різко зменшується (табл. 2). В агрегатах розміром 1–0,25 мм найменше значення активного гумусу, а в агрегатах < 0,25 мм спостерігається помітне його підвищення. Така ж тенденція спостерігається й у ґрунті перелогу. У шарі 0–10 см чорнозему ріллі вміст активного гумусу в структурних агрегатах > 3 мм, порівняно з чорноземом абсолютної цілини, знижується майже в 1,5 рази. Найвищий уміст активного гумусу в чорноземі цього варіанта спостерігається в агрегатах 3–1 мм. У чорноземі під лісосмугою загалом уміст активного гумусу більш високий і рівномірний в усіх досліджуваних агрегатах порівняно з іншими варіантами, особливо це помітно у 0–30-сантиметровому шарі.

**1. Структурно-агрегатний склад чорнозему типового
Михайлівської цілини у різних екосистемах**

Шар, см	Уміст агрегатів,%, за їхнього розміру, мм									Коефі- цієнт струк- турності
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5- 0,25	<0,25	
<i>Цілина</i>										
0-20	1,8	3,8	10,1	<u>21,7</u> 22,0	<u>20,6</u> 12,1	<u>20,8</u> 23,4	<u>5,6</u> 7,8	<u>7,7</u> 10,4	<u>7,9</u> 24,5	9,3
20-50	4,7	6,6	10,6	<u>21,6</u> 29,8	<u>13,3</u> 10,2	<u>15,4</u> 13,1	<u>5,2</u> 7,4	<u>6,4</u> 10,5	<u>16,1</u> 28,1	2,9
<i>Переліг</i>										
0-20	2,0	7,4	11,3	<u>20,6</u> 23,8	<u>13,5</u> 11,9	<u>19,9</u> 23,0	<u>6,0</u> 11,5	<u>7,3</u> 8,85	<u>8,6</u> 21,4	8,4
20-50	7,6	8,2	12,4	<u>15,7</u> 27,8	<u>15,6</u> 11,4	<u>13,1</u> 15,0	<u>4,3</u> 8,7	<u>6,2</u> 8,7	<u>16,4</u> 28,5	3,1
<i>Лісосмуга</i>										
0-20	2,2	3,4	5,6	<u>11,8</u> 13,3	<u>8,7</u> 9,7	<u>18,2</u> 16,7	<u>20,9</u> 11,1	<u>8,7</u> 13,6	<u>20,5</u> 35,8	3,0
20-50	2,7	4,1	6,9	<u>13,6</u> 11,4	<u>13,2</u> 9,5	<u>19,3</u> 14,4	<u>4,4</u> 11,1	<u>11,4</u> 12,9	<u>24,3</u> 40,6	2,7
<i>Рілля</i>										
0-20	7,3	8,3	9,1	<u>14,3</u> 0,9	<u>7,8</u> 1,9	<u>15,9</u> 6,4	<u>7,4</u> 10,8	<u>12,3</u> 25,6	<u>17,6</u> 54,5	3,1
20-50	10,0	8,3	9,2	<u>16,6</u> 3,6	<u>10,4</u> 5,3	<u>17,0</u> 11,9	<u>7,0</u> 13,8	<u>8,3</u> 20,1	<u>13,1</u> 45,2	3,3

Примітка: над рисою – сухе просіювання; під рисою – просіювання у воді

Визначення вмісту пасивного гумусу у структурних агрегатах свідчить, що у 0–10-сантиметровому шарі ґрунту абсолютної цілини вміст пасивної форми колоїдного гумусу в структурних агрегатах > 3 мм становить 6,72%. Зі зменшенням розміру агрегатів уміст пасивного гумусу теж знижується. Розорювання викликає суттєве зниження вмісту пасивного гумусу у структурних агрегатах. У структурних агрегатах чорнозему перелігу вміст пасивного гумусу за своїми значеннями наближається до показників структурних агрегатів цілини. Під лісосмугою структурні агрегати за вмістом пасивного гумусу близькі до агрегатів чорнозему під перелогом. Зі зменшенням їх розміру вміст пасивного гумусу також знижується.

Найвищим умістом детриту характеризуються водостійкі агрегати розміром > 1 мм чорноземів цілини, перелігу та лісосмуги. Диференціація за вмістом детриту між агрегатами розміром > 1 мм і < 1мм становить відповідно 1,31 %, 1,18 %, 0,71 %. Структурні агрегати орного чорнозему містять значно менше детриту. Диференціація за вмістом детриту між агрегатами розміром > 1 мм і < 1 мм у чорноземі ріллі становить близько 0,8 %. Уміст власне гумусових речовин (ВГР) у структурних водостійких агрегатах має аналогічну залежність, але менш чітко виражену, ніж за вмістом детриту. Слід зазначити, що відносно

вмісту детриту частка ВҐР у складі загального гумусу структурних агрегатів рілля більша.

2. Уміст колоїдних форм гумусу в водостійких структурних агрегатах, %

Варіанти	Розмір структурних агрегатів, мм	Глибина, см				
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
Цілина	>3*	<u>3,02</u>	<u>2,48</u>	<u>2,30</u>	<u>2,27</u>	<u>1,95</u>
		6,72	4,98	4,72	4,08	3,85
	3-1*	<u>1,97</u>	<u>2,46</u>	<u>2,41</u>	<u>2,40</u>	<u>2,15</u>
		6,50	4,46	4,41	3,83	3,33
1-0,25**	<u>1,06</u>	<u>2,49</u>	<u>2,74</u>	<u>2,41</u>	<u>2,25</u>	
	6,40	4,38	3,92	3,72	3,17	
< 0,25**	<u>1,39</u>	<u>2,74</u>	<u>2,42</u>	<u>2,20</u>	<u>2,28</u>	
	5,84	4,13	3,61	3,61	3,10	
Переліг	>3*	<u>2,70</u>	<u>2,44</u>	<u>2,20</u>	<u>1,55</u>	<u>1,82</u>
		6,52	4,44	4,31	3,76	3,27
	3-1*	<u>1,92</u>	<u>2,33</u>	<u>1,77</u>	<u>0,76</u>	<u>1,05</u>
		6,34	4,21	3,89	3,70	3,05
1-0,25**	<u>1,05</u>	<u>2,35</u>	<u>1,77</u>	<u>1,32</u>	<u>0,98</u>	
	6,10	4,14	3,86	3,11	2,67	
< 0,25**	<u>1,36</u>	<u>1,70</u>	<u>2,05</u>	<u>1,31</u>	<u>0,93</u>	
	5,72	4,03	3,44	2,89	2,62	
Рілля	>3*	<u>2,51</u>	<u>2,04</u>	<u>1,96</u>	<u>1,85</u>	<u>1,54</u>
		3,27	3,20	2,92	2,15	1,71
	3-1*	<u>2,56</u>	<u>2,49</u>	<u>2,10</u>	<u>2,05</u>	<u>1,48</u>
		3,59	3,54	3,04	2,73	1,99
1-0,25**	<u>2,05</u>	<u>2,01</u>	<u>1,92</u>	<u>1,90</u>	<u>0,56</u>	
	2,63	2,61	2,26	2,00	2,60	
< 0,25**	<u>2,10</u>	<u>1,97</u>	<u>1,91</u>	<u>0,82</u>	<u>0,78</u>	
	2,50	2,24	2,18	2,74	2,30	
Лісосмуга	>3*	<u>3,54</u>	<u>2,75</u>	<u>3,51</u>	<u>2,02</u>	<u>2,54</u>
		6,04	4,86	4,04	4,02	4,00
	3-1*	<u>3,16</u>	<u>2,85</u>	<u>3,26</u>	<u>1,96</u>	<u>2,12</u>
		5,91	4,44	4,02	3,92	3,84
1-0,25**	<u>2,95</u>	<u>3,16</u>	<u>2,78</u>	<u>2,14</u>	<u>2,26</u>	
	5,72	4,12	3,61	3,46	3,45	
< 0,25**	<u>3,10</u>	<u>2,98</u>	<u>2,29</u>	<u>2,74</u>	<u>2,26</u>	
	5,37	4,03	3,36	3,19	2,99	

*НІР $0,5 = 0,26$, **НІР $0,5 = 0,35$ за вмістом пасивного гумусу

Примітка: Над рискою – уміст активного гумусу, під рискою – уміст пасивного гумусу.

Розорювання веде до зменшення співвідношення ВҐР до детриту в агрегатах розміром > 3 мм і суттєве зростання його в агрегатах розміром < 3 мм. Режим перелугу сприяє зменшенню цього співвідношення порівняно з орним ґрунтом. Характерним для всіх досліджуваних варіантів чорнозему є зниження співвідношення вмісту ВҐР і детриту зі збільшенням розміру структурних агрегатів, що свідчить про суттєву роль детриту у формуванні великих водостійких агрегатів.

Визначення вмісту власне гумусових речовин і детриту в колоїдних формах гумусу чорнозему абсолютної цілини свідчить (рис. 1), що найбільший уміст детриту у складі загального гумусу структурних агрегатів > 3 мм.

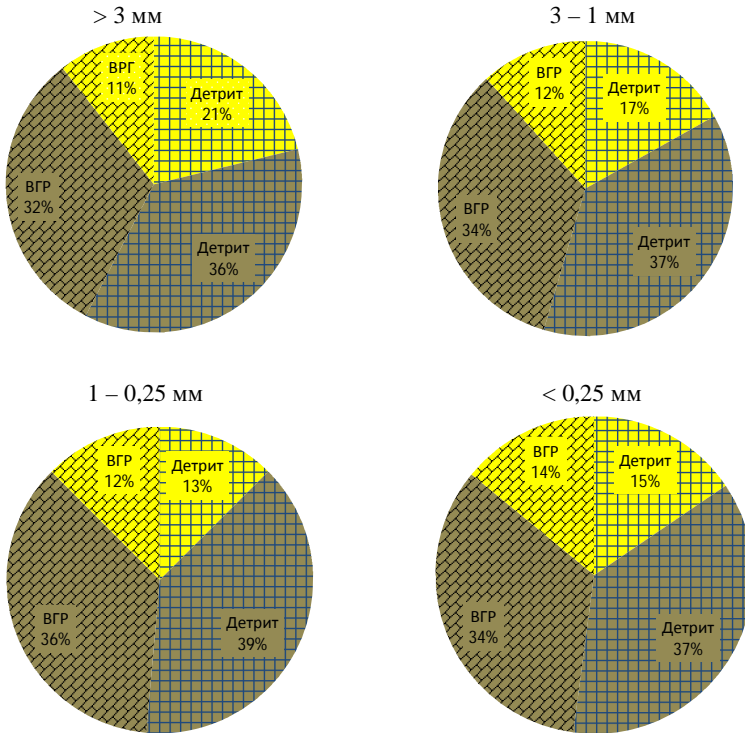


Рис. 1. Частка детриту і ВГР у колоїдних формах гумусу структурних агрегатів чорнозему типового цілини (шар 0-20 см)

Зі зменшенням розміру структури його вміст поступово зменшується. Уміст власне гумусових речовин зі зменшенням розміру агрегатів практично не змінюється. У 0–20-сантиметровому шарі ґрунту під перелогом, найбільшим умістом детриту і ВГР характеризується пасивний гумус структурних агрегатів розміром > 3 мм, уміст детриту в ньому складає 2,86 %, а власне гумусових речовин – 2,58 %. Узагалі структурні агрегати ґрунту перелогу за вмістом ВГР і детриту в колоїдних формах гумусу можна поділити на дві групи: структурні агрегати > 1 мм і агрегати < 1 мм. Агрегати розміром < 1 мм характеризуються дуже низьким умістом ВГР і детриту у складі активного гумусу.

Водостійкі структурні агрегати ґрунту під лісосмугою характеризуються досить високим умістом ВГР і детриту в колоїдних формах гумусу порівняно з

іншими варіантами. У ґрунті під лісосмугою більшим умістом детриту і ВҐР характеризуються агрегати розміром > 3 мм. Так, уміст детриту у пасивному гумусі тут складає 2,30 %, тоді як у мікроагрегатах $< 0,25$ мм його вміст складає 1,55 %.

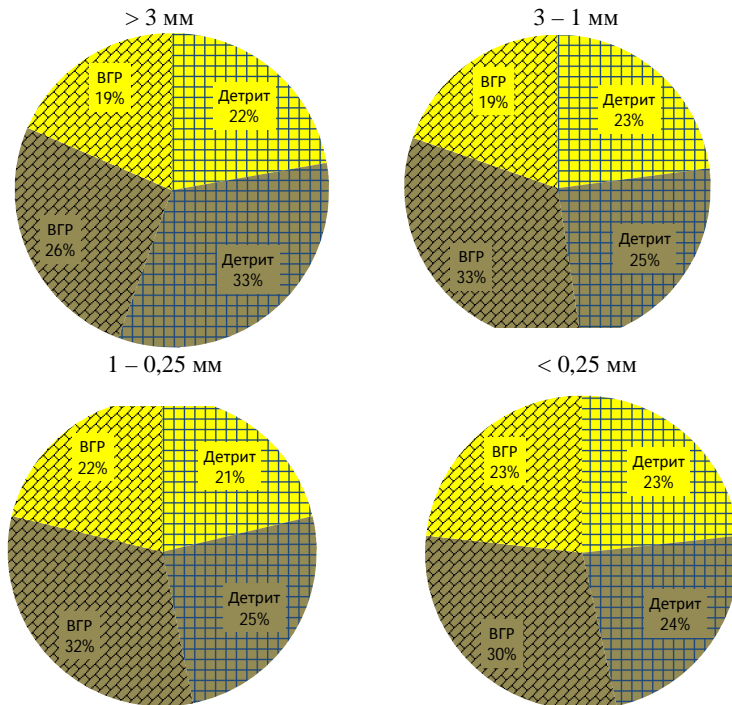


Рис. 2. Частка детриту і ВҐР у колоїдних формах гумусу структурних агрегатів чорнозему типового ріллі (шар 0-20 см)

Якісний склад активної форми гумусу водостійких структурних агрегатів розміром > 3 мм і 3 – 1 мм схожий за значеннями. Структурні часточки розміром < 1 мм ґрунту характеризуються меншим умістом ВҐР і мають теж дуже схожий якісний склад. У ґрунті ріллі найменшим умістом ВҐР і детриту характеризуються агрегати $< 0,25$ мм (рис. 3). Структурні водостійкі агрегати < 1 мм практично не відрізняються за вмістом ВҐР і детриту. Агрегати розміром > 3 мм мають майже однакове співвідношення, як в активному, так і у пасивному гумусі. Агрегати розміром 3 – 1 мм у складі пасивного гумусу містять більшу кількість ВҐР, ніж детриту. Активний гумус цих агрегатів характеризується дещо меншим умістом ВҐР і детриту.

Таким чином, у складі пасивного гумусу кількість і якість детриту різна. Структурні агрегати цілинних ґрунтів і ґрунту під лісосмугою містять фрагменти

детриту видовженої форми. В агрегатах чорнозему ріллі детрит пасивного гумусу має короткі і мілкі фрагменти, які не сприяють утворенню агрономічно цінних структурних агрегатів. Пасивний гумус агрегатів цілинних ґрунтів характеризується більшим умістом детриту, ніж ВГР.

Висновки. Водостійкі структурні агрегати розміром > 1 мм чорнозему абсолютної цілини характеризуються найвищим умістом активної форми колоїдного гумусу. В агрогенному чорноземі найвищий уміст активного гумусу мають водостійкі агрегати розміром 3–1 мм. Для орного шару досліджуваного чорнозему характерним є зростання вмісту активної форми колоїдного гумусу в агрегатах розміром < 3 мм порівняно з абсолютною цілиною. Для верхнього шару чорнозему перелогу характерним є інтенсивне накопичення активного гумусу в усіх досліджуваних агрегатах, що, пов'язано з надходженнями значної кількості рослинних решток – джерела утворення молоді активної форми колоїдного гумусу. За 54 роки перелогового режиму вміст активного гумусу відновився до значень установлених в абсолютно цілинному ґрунті. В абсолютно цілинному чорноземі типовому більш високий уміст пасивної форми колоїдного гумусу характерний для водостійких агрегатів розміром > 1 мм. У водостійких структурних агрегатах агрогенних чорноземів спостерігається суттєве зниження вмісту пасивного гумусу. Уведення перелогового режиму, насадження деревної рослинності супроводжується деяким зростанням, порівняно з ріллею, умісту пасивного гумусу в структурних агрегатах.

Найвищим абсолютним умістом детриту характеризуються водостійкі структурні агрегати розміром > 1 мм чорноземів типових цілини, перелогу та лісосмуги. Водостійкі структурні агрегати орного чорнозему за абсолютним умістом детриту значно уступають чорноземам природних ценозів, але відносно вмісту загального гумусу, частка детриту тут вища, ніж у чорноземах цілини, перелогу та лісосмуги. Аналогічна залежність, але менш чітко виражена, проявляється і за вмістом власне гумусових речовин. У водостійких структурних агрегатах чорноземів цілини вміст детриту становить 51–57 % від умісту загального гумусу. Основна частка детриту (36–39 %) належить детриту пасивного гумусу. Аналогічна залежність характерна і для чорнозему перелогу. Водостійкі структурні агрегати агрогенного чорнозему характеризуються меншою часткою детриту (46–47 %) у складі загального гумусу. У складі пасивного гумусу агрегатів розміром < 3 мм зосереджено 24–25 % детриту, в агрегатах > 3 мм – 33 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Соколовский А. Н. Избранные труды / А. Н. Соколовский. – К.: Урожай, 1971.
Sokolovsky A. N., 1971, "Selected Works", Kyiv, Vintage.
- Тюлин А. Ф. Вопросы почвенной структуры в лесу / А. Ф. Тюлин // Почвоведение. – 1955. – № 1. – С. 33.
Tyulin A. F., 1955, "Questions of soil structure in the woods", Soil Science., № 1, p. 33
- Stevenson F. J., 1982, "Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reaction", John Wiley & Sons, New York, 433 p.