

ГЕОРГИ ДИМИТРОВ, ЕКАТЕРИНА ФИЛЧЕВА, МЕТОДИ ТЕОХАРОВ, ТОМА ШИШКОВ\*  
*Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Н. Пушкарров”, София*  
\*E-mail: toma\_shishkov@yahoo.com

## Състав на хумуса и специфика на хумусообразуването на Червеноцветни почви от североизточната част на Софийско поле

### *Soil Organic Matter Composition and Specific of Humification within Reddish Colored Soils from North-eastern Part of Sofia Plain*

*G. Dimitrov, E. Filcheva, M. Theoharov, T. Shishkov\**

*N. Poushkarov Institute of Soil Science, Agrotechnologies and Plant Protection, Sofia, Bulgaria*

#### **Abstract**

The paper deals with the humus system characteristics of the soils from intermountain valley of city of Sofia, distinguished by the reddish color and different development of aggregates stability. Four shallow soils and five deep soils are included in the study. The organic matter state is controlled by the processes provoked by the biological activities. Indirect this state is in relation with the local soil forming features. In the study were included soils formed on different parent rock materials occurred in the area with comparison between the humus systems characteristic: amount, distribution, composition and type.

**Key words:** humus systems, carbon, humic and fulvic acids, composition of organic matter

Органичното вещество в почвата се образува под влиянието на процеси, свързани в значителна степен с микробиологичната и ензимна активност. То е в пряка зависимост от физичните, химичните и биологични почвени свойства, и баланса на протичане на процесите на хумификация и минерализация, а състоянието му в почвите е в непряка връзка с местните екологични условия и фактори на почвообразуване.

Както е известно, агрегираността на почвата е функция от органичната и минералната част при отделните разновидности. Съставът на тези структурни компоненти в нея се определя от еволюционното и развитие. Това дава отражение върху много от нейните свойства,

включително агрегатна стабилност, конфигурация на почвеното порово пространство и други. Свързването на почвените частици в колоиди и структурни агрегати с по-голям размер има съществено влияние върху свойствата на почвата. Елементарните почвообразователни процеси, обработката и подобряването на почвата оказват силно влияние върху стабилността на почвената структура. Флокулиралите глинести частици, или техните комплекси с хумуса (органо-минерални комплекси), както и почвеното органично вещество, са основните свързващи агенти при формирането на устойчиви почвени агрегати с висока колоидност и буферност.

В почви с ниско съдържание на органично

вещество важна роля имат свободните железни и алуминиеви окиси (Six et al., 2002). Като цяло, агрегираността и стабилността на почвените агрегати се увеличава с повишение съдържанието на органично вещество, площта на повърхността на глинестите минерали и катионният обменен капацитет (Bronick et al., 2005).

Количеството общ органичен въглерод (C, %) е обективен показател за качеството на почвата, докато съставът на почвеното органично вещество е показател, свързан с въздействието на околната среда. Състоянието на органично вещество е резултат от специфичното равновесие на процесите на разпад и новообразуване, предизвикани от биологичната дейност в почвата. Различните аспекти на подобряване качеството на почвата обикновено са свързани с препоръки за насърчаване на практики по опазване на органичното вещество и устойчиво управление на запасите на въглерод в почвите.

### Материал и методи

Обект на изследване са Червеноцветни почви от североизточната част на Софийското поле. Изследвани са три хълмисто-ридови катени с вертикално разположение на почвените профили (в горната и долната част на склона) и една равнинна с хоризонтално разположение на почвените профили в посока изток-запад. Почвообразуващите скали са червени пясъчници, железозносни кварцити делувиални и стари едрочастични и финочастични кватернерни отложения. Растителността е типична за изследвания район. Обект на изследване са следните профили и почви:

Профил № 1 – Феричени Литоземи; с. Горна Малина;

Профил № 2 – Средно Излужени Канелени горски почви; с. Горна Малина;

Профил № 3 – Тъмни Ранкери; с. Горна Малина;

Профил № 4 – Ферични Ранкери; с. Горна Малина;

Профил № 5 – Силно Излужени Канелени горски почви; с. Горна Малина;

Профил № 6 – Силно Излужени Канелени горски почви; с. Горна Малина;

Профил № 7 – Ферични Ранкери; с. Горна Малина;

Профил № 8 – Типични Канелени горски почви; с. Горна Малина;

Профил № 9 – Червеноземи; с. Григорево;  
Профил № 10 – Вертични (Смолонцовидни) Канелени горски почви; Горни Богров.

Почвите в изследвания район са избрани да представят вариабилност на показатели на органично вещество в изследваните почвите и връзката с техния генезис и диагностика.

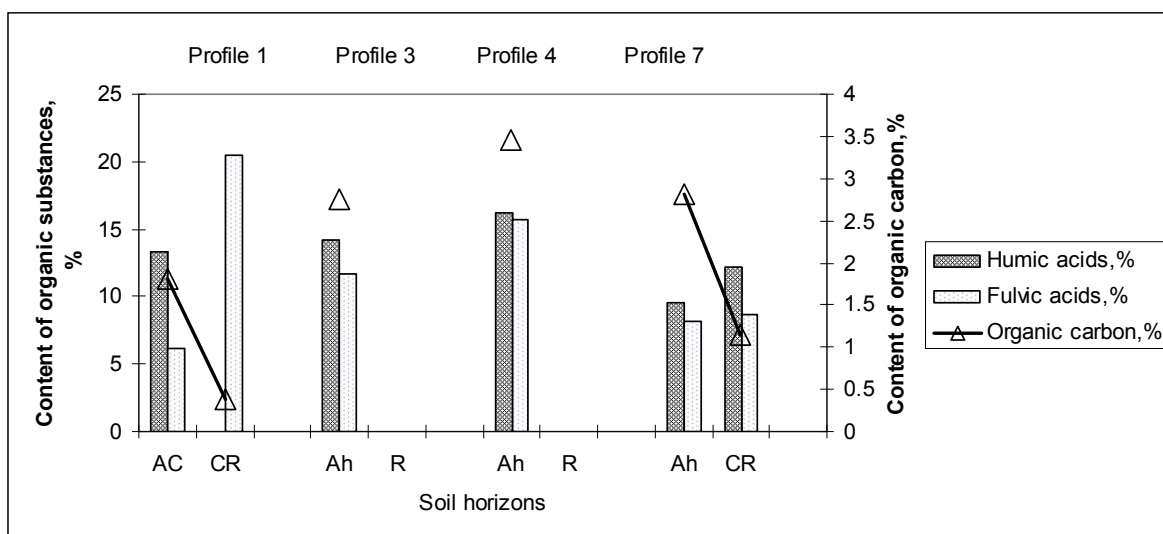
Органичният въглерод е определен по модифициран метод на Тюрин (Копонова 1966; Filcheva and Tsadilas, 2002) (разлагане с дихромат при 120 °C за 45 min с добавяне на  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  и обратно титруване с  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и фенол антрапилова киселина, като индикатор). Съставът на почвеното органично вещество е определен по метода на Кононова-Белчикова (Копонова, 1966; Filcheva, Tsadilas, 2002).

### Резултати и обсъждане

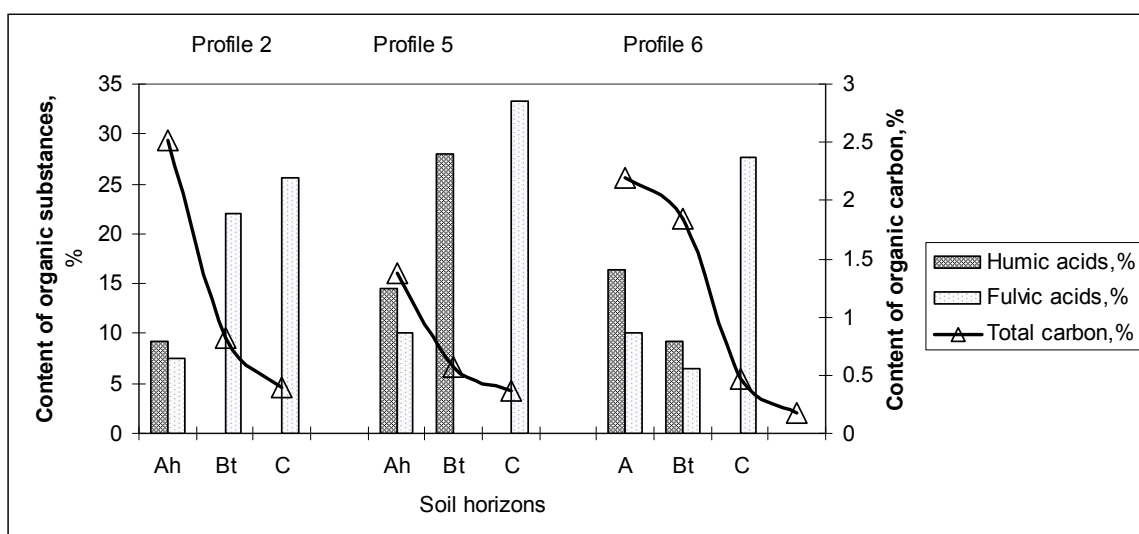
Плитките почви – Ферични литоземи (Профил 1), Ферични ранкери (Профил 4 и 7) и Тъмни ранкери (Профил 3) са ограничени до 20 – 25 cm дълбочина и са със свойства, унаследени от твърдата скала. От табл. 1 се вижда, че почвите са със слабо развит хумусен хоризонт и общо количество органичен въглерод, вариращо от 1,80% (Профил 1) до 2,80 – 3,45% (Профил 3, 4 и 7). Сходни данни са получени при плитките, слаборазвити почви с примитивен профил в други райони, без признаци на червено оцветяване (Теохаров, 1981).

Количеството на екстрахирувания органичен въглерод, извлечен с  $0,1\text{M Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + 0,1\text{M NaOH}$  в повърхностните хоризонти варира между 17,8% и 19,4% от общия органичен въглерод (Профил 1 и 7) в почви, развити върху червен пясъчник, и 26,0 – 32,0% (Профил 3 и 4) в почви, развити върху железозносни кварцити. Разликата е значителна и показва, че органичното вещество е по-здраво свързано с минералната част в почви, формирани върху червен пясъчник. Това се дължи на факта, че хуминовите киселини в почви, формирани върху железозносни кварцити са генетично „помлади“ от тези, установени в почви, формирани върху червен пясъчник.

В почви, формирани върху железозносни кварцити, основното количество органичен въглерод е в повърхностния хоризонт (табл. 1, фиг. 1). В почви, формирани върху червен



Фиг. 1. Органичен въглерод и състав на почвеното органично вещество (ПОВ) в плитки почви, формиращи върху червен пясъчник (Профили 1, 7) и железоносни кварцити (Профили 3, 4)  
 Fig. 1. Content and composition of soil organic matter (SOM) in shallow soils formed on reddish sandstones (Profiles 1 and 7) and ferriferous quartzites (Profiles 3 and 4)

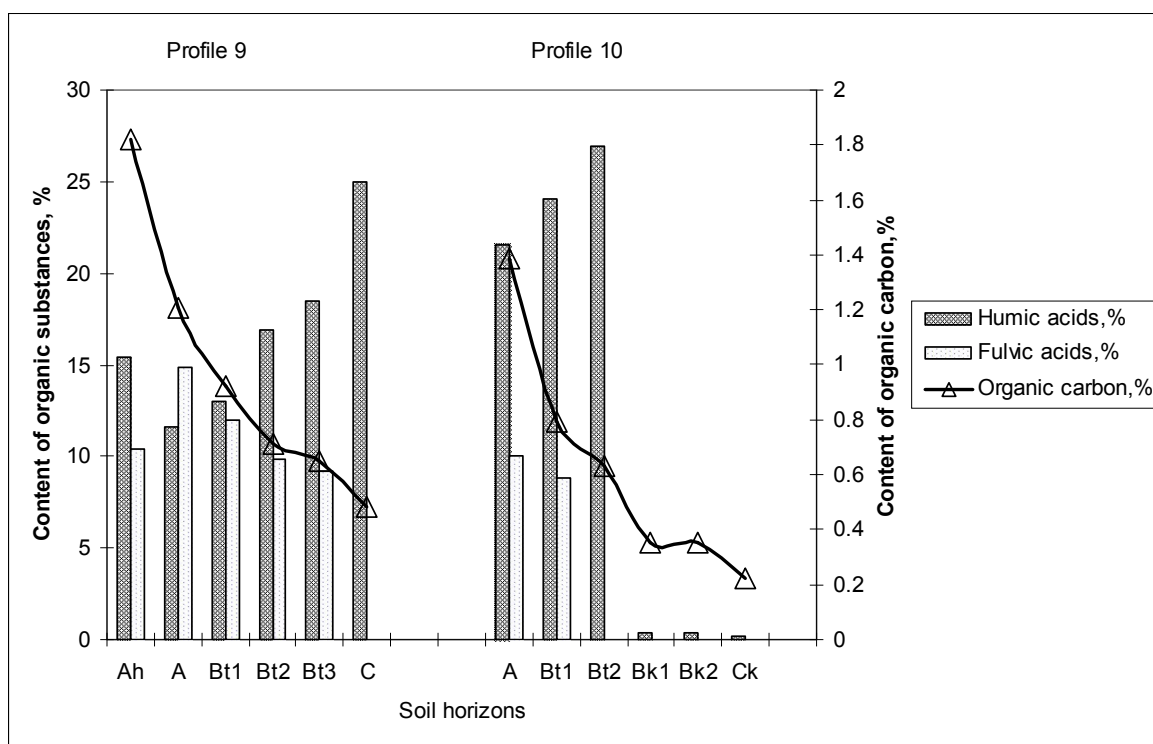


Фиг. 2. Органичен въглерод и състав на почвеното органично вещество (ПОВ) в почви, формиращи върху преотложени материали от железоносни кварцити (делувий) (Профил 2), преотложени материали от железоносни кварцити (Профил 5) и преотложени материали от червени пясъчници (Профил 6)  
 Fig. 2. Content and composition of soil organic matter (SOM) in soils formed on sediments of ferriferous quartzites (colluvium) (Profile 2), ferriferous quartzites (Profile 5) and reddish sandstones (Profile 6)

пясъчник (Профил 1 и 7), процесите на изветряне засягат и преходния (CR) хоризонт, където е установено незначително съдържание на екстрахиран органичен въглерод (20,5 – 20,9%).

Количеството на хуминови киселини е 9,6 – 14,2% от общия въглерод, или 0,24 – 0,56% от сухото вещество (Профил 1, 3, 4 и 7), те са с много ниска степен на хумификация.

В изследваните почви (Профил 3, 4 и 7) хуминовите киселини са „свободни“ или свързани със сесквиоксидите и преобладават над фулвокиселините в повърхностния хоризонт. В Профил 1 хуминовите киселини са здраво свързани в комплекси с  $\text{Ca}^{2+}$  в хумусния (A) хоризонт, като количеството им по дълбочина намалява и в преходния (CR) преобладават фулвокиселините. Подобни резултати са по-



Фиг. 3. Органичен въглерод и състав на почвеното органично вещество (ПОВ) в почви, формиращи върху финочастични кватернерни отложения (Профили 9, 10)  
 Fig. 3. Content and composition of soil organic matter (SOM) in soils formed on coarse textured Old Quaternary sediments (8) and fine-textured Quaternary sediments (9, 10)

лучени в Литоземи с цвят 5YR, също формиращи върху пясъчници в Западна Стара планина (Teoharov, Filcheva, 1995).

Силно Излужените Канелени горски почви (Профили 5, 6), Червеноземи (Профил 9) и Вертичните (смолницовидни) Канелени горски почви (Профил 10) се характеризират с ниско съдържание на общ въглерод (1,20 – 1,84%) в хумусния (A) хоризонт до дълбочина 25 – 30 см. В Силно Излужените Канелени горски почви (Профил 2) количеството общ въглерод е средно 2,5%. Количеството на общ въглерод рязко намалява в дълбочина и в Bt хоризонтите е 2-4 пъти по-ниско в сравнение с повърхностните (табл. 1, фиг. 2, 3). Типичните Канелени горски почви (Профил 8) са с много ниско съдържание на общ въглерод по дълбочина на целия профил.

Количеството на екстрахиран органичен въглерод, извлечен с 0,1M  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  + 0,1M NaOH в хумусния (A) хоризонт варира между 16,7% от общия въглерод (Профил 2) и 24,6 – 26,5% (Профил 5, 6 и 9), и достига 31,6% в Профил 10.

Количеството на екстрахиран въглерод в

(Bt) текстурни хоризонти е 22,0% (Профил 2) и 25,0 – 33,0% (Профил 5, 6, 9 и 10). Това е показател на по-силно свързано органично вещество с минералната част, резултат от протеклите процеси в почвите.

Количеството на хуминовите киселини е 9,2% в Профил 2, формиран върху преотложени материали от железозонни кварцити (делувий) и са с много ниска степен на хумификация.

Степента на хумификация в почви, формиращи върху преотложени материали от железозонни кварцити (Профил 5), преотложени материали от червени пясъчници (Профил 6) и финочастични кватернерни отложения (Профили 9, 10) е ниска – 11,5 – 28,0%. Количеството на хуминови киселини е 0,14 – 0,36% от сухото вещество.

В почви, формиращи върху преотложени материали от железозонни кварцити (Профил 5), преотложени материали от червени пясъчници (Профил 6) хуминовите киселини са „свободни“ и свързани със сесквиоксидите, и преобладават над фулвокиселините в хумусния (A) хоризонт.

Таблица 1. Съдържание и състав на почвеното органично вещество (ПОВ) в изследваните Червеноцветни почви\*

Table 1. Content and composition of soil organic matter (SOM) of Reddish soils\*

\* а – от сухото вещество/ of dry mass (%); b – от общия въглерод/ of total carbon (%); с – от общото количество на хуминови киселини/ of total humic acids (%); C<sub>x</sub> – хуминови киселини/ C<sub>h</sub> – humic acids; C<sub>ф</sub> – фулвокиселини/ C<sub>f</sub> – fulvic acids; оптична характеристика/ optic characteristic (E<sub>4</sub>/E<sub>6</sub>)

Хоризонт; дълбочина, см	Общ С, %	Органичен С, %			C <sub>f</sub> /C <sub>h</sub>	Органичен С, %		Нехидролизуем остатък, С (%)	Екстрахиран с 0,1N H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> С (%) (агресивни C <sub>f</sub> )	Оптична характеристика (E <sub>4</sub> /E <sub>6</sub> )	
		екстрахиран с 0,1M Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + 0,1M NaOH				хидролизуеми ху- минови киселини				общи C <sub>h</sub>	свободни C <sub>f</sub>
		C <sub>ext</sub>	хуминови киселини	фулво киселини		свободни и свързани с R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Свързани с Ca <sup>2+</sup>				
<b>Профил 1</b> Феричен Литозем											
AC 0-17	1.80	<u>0.35</u> <sup>a</sup> 19.44 <sup>b</sup>	<u>0.24</u> 13.33	<u>0.11</u> 6.11	2.18	0	100	<u>1.45</u> 80.56	<u>0.04</u> 2.22	3.9	-
CR 17-40	0.39	<u>0.08</u> 20.51	0	<u>0.08</u> 20.51	-	0	0	<u>0.31</u> 79.49	<u>0.02</u> 5.13	-	-
<b>Профил 2</b> Средно Излужена Канелена горска почва											
Ah 0-25	2.51	<u>0.42</u> 16.73	<u>0.23</u> 9.16	<u>0.19</u> 7.57	1.21	0	100	<u>2.09</u> 83.27	<u>0.05</u> 1.99	3.9	-
Bt 25-65	0.82	<u>0.18</u> 21.95	0	<u>0.18</u> 21.95	-	0	0	<u>0.64</u> 78.05	<u>0.05</u> 6.10	-	-
C 65-90	0.39	<u>0.10</u> 25.64	0	<u>0.10</u> 25.64	-	0	0	<u>0.29</u> 74.36	<u>0.03</u> 7.69	-	-
<b>Профил 3</b> Тъмен Ранкер											
Ah 0-24	2.75	<u>0.71</u> 25.82	<u>0.39</u> 14.18	<u>0.32</u> 11.64	1.23	<u>0.25</u> 64.10 <sup>b(c)</sup>	<u>0.14</u> 35.90	<u>2.04</u> 74.18	<u>0.07</u> 2.53	4.3	3.9
R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Профил 4</b> Феричен Ранкер											
Ah 0-25	3.45	<u>1.10</u> 31.88	<u>0.56</u> 16.23	<u>0.54</u> 15.65	1.04	<u>0.47</u> 83.93	<u>0.09</u> 16.07	<u>2.35</u> 68.12	<u>0.08</u> 2.32	4.2	4.1
R	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Профил 5</b> Силно Излужена Канелена горска почва											
A 0-25	1.38	<u>0.34</u> 24.64	<u>0.20</u> 14.49	<u>0.14</u> 10.15	1.43	<u>0.13</u> 65.00	<u>0.07</u> 35.00	<u>1.04</u> 75.36	<u>0.04</u> 2.90	2.8	3.1
Bt 25-52	0.57	<u>0.16</u> 28.07	<u>0.16</u> 28.07	0	-	0	100	<u>0.41</u> 71.93	<u>0.03</u> 5.26	2.7	-
C 52-75	0.36	<u>0.12</u> 33.33	0	<u>0.12</u> 33.33	-	0	0	<u>0.24</u> 66.67	<u>0.02</u> 5.56	-	-
<b>Профил 6</b> Силно Излужена Канелена горска почва											
Ah 0-6	2.20	<u>0.58</u> 26.36	<u>0.36</u> 16.36	<u>0.22</u> 10.00	1.64	<u>0.22</u> 61.11	<u>0.14</u> 38.89	<u>1.62</u> 73.64	<u>0.06</u> 2.73	4.2	4.6
A 6-31	1.84	<u>0.29</u> 15.76	<u>0.17</u> 9.24	<u>0.12</u> 6.52	1.42	0	100	<u>1.55</u> 84.24	<u>0.04</u> 2.17	3.5	-
Bt 31-58	0.47	<u>0.13</u> 27.66	0	<u>0.13</u> 27.66	-	0	0	<u>0.34</u> 72.34	<u>0.04</u> 8.51	-	-

Следва продължение/To be continued

C 58-83	0.17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Профил 7</b> Феричен Ранкер												
Ah 0-20	2.81	<u>0.50</u> 17.79	<u>0.27</u> 9.61	<u>0.23</u> 8.18	1.17	<u>0.25</u> 92.59	<u>0.02</u> 7.41	<u>2.31</u> 82.21	<u>0.05</u> 1.78	3.8	4.3	
CR 20-40	1.15	<u>0.24</u> 20.87	<u>0.14</u> 12.17	<u>0.10</u> 8.70	1.40	0	100	<u>0.91</u> 79.13	<u>0.05</u> 4.34	3.5	-	
<b>Профил 8</b> Типична Канелена горска почва												
Ah 0-25	0.42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B 25-55	0.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B2 55-87	0.14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3 87-119	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C 119-144	0.11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Профил 9</b> Червенозем												
Ah 0-15	1.82	<u>0.47</u> 25.82	<u>0.28</u> 15.38	<u>0.19</u> 10.44	1.47	<u>0.21</u> 75.00	<u>0.07</u> 25.00	<u>1.35</u> 74.18	<u>0.06</u> 3.30	3.8	6.5	
A 15-30	1.21	<u>0.32</u> 26.45	<u>0.14</u> 11.57	<u>0.18</u> 14.88	0.78	0	100	<u>0.89</u> 73.55	<u>0.05</u> 4.13	3.4	-	
Bt1 30-70	0.92	<u>0.23</u> 25.00	<u>0.12</u> 13.04	<u>0.11</u> 11.96	1.09	0	100	<u>0.69</u> 75.00	<u>0.05</u> 5.43	3.5	-	
Bt2 70-100	0.71	<u>0.19</u> 26.76	<u>0.12</u> 16.90	<u>0.07</u> 9.86	1.71	0	100	<u>0.52</u> 73.24	<u>0.03</u> 4.23	3.7	-	
Bt3 100-130	0.65	<u>0.18</u> 27.69	<u>0.12</u> 18.46	<u>0.06</u> 9.23	2.00	0	100	<u>0.47</u> 72.31	<u>0.03</u> 4.61	3.6	-	
C 130-155	0.48	<u>0.12</u> 25.00	<u>0.12</u> 25.00	0	-	0	100	<u>0.36</u> 75.00	<u>0.03</u> 6.25	3.2	-	
<b>Профил 10</b> Вертична (смолницовидна) Канелена горска почва												
A 5-30	1.39	<u>0.44</u> 31.65	<u>0.30</u> 21.58	<u>0.14</u> 10.07	2.14	0	100	<u>0.95</u> 68.35	<u>0.05</u> 3.60	3.6	-	
Bt1 30-67	0.79	<u>0.26</u> 32.91	<u>0.19</u> 24.05	<u>0.07</u> 8.86	2.71	0	100	<u>0.53</u> 67.09	<u>0.04</u> 5.06	3.5	-	
Bt2 67-87	0.63	<u>0.17</u> 26.98	<u>0.17</u> 26.98	0	-	0	100	<u>0.46</u> 73.02	<u>0.03</u> 4.76	3.6	-	
Bk1 87-131	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bk2 131-166	0.35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ck 166-200	0.22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

В текстурните (Bt) хоризонти хуминовите киселини са свързани с  $Ca^{2+}$  (100%), образувайки неразтворими микроструктурни фрагменти. В хоризонтите (C) доминират свободните фулвокиселини. В текстурния (Bt) хоризонт и в (C) хоризонт (Профил 2), формиран върху преот-

ложени материали от железонаосни кварцити (делувий), преобладават фулвокиселините, което е свързано с присъствие на определено количество агресивни фулвокиселини.

В (Профили 9, 10), формирани върху финочастични кватернерни отложения, ху-



миновите киселини са свързани с  $\text{Ca}^{2+}$  и преобладават над фулвокиселините, образувайки неразтворими микроструктурни фрагменти. Известно количество хуминови киселини, свързани със сесквиоксидите, е установено в повърхностния (A) хоризонт в Профил 9. В текстурния (Bt) хоризонт 100% от хуминовите киселини са свързани с  $\text{Ca}^{2+}$ .

Отношението Сх/Сф (Профил 3, 4 и 7) е 1,0 – 1,2, което определя типа на хумуса като фулватно-хуматен. Отношението Сх/Сф в Профил 1 е 2,0, което определя типа на хумуса като хуматен.

В почви, формирани върху преотложени материали от железозносни кварцити (Профил 5), преотложени материали от червени пясъчници (Профил 6) и преотложени материали от железозносни кварцити (делувий) (Профил 2), отношението Сх/Сф е 1,2 – 1,5, което определя типа на хумуса като фулватно-хуматен.

В почви, формирани върху финочастични кватернерни отложения отношението Сх/Сф е различно (Профили 9, 10), в Профил 10 е над 2,0, което определя типа на хумуса като хуматен. Типът на хумуса не се променя

по дълбочина на профила, което е доказателство за устойчиви условия, при които е формирана тази почва. В Профил 9 типът на хумуса се различава по хоризонти – фулватно-хуматен в Ah (0 – 15 cm) и Bt хоризонти и хуматно-фулватен в A хоризонт (15 – 30 cm). Това определя спецификата на почвообразователен процес, който протича при двете почви. Нехидролизуемият остатък (хумин) в Профил 3, 4 и 7 е 68 – 82% от общия въглерод, и е свързан като органично-минерални съединения (Профил 1). Количеството на нехидролизуем остатък (хумин) в Профил 2, 5 и 6 е 67 – 84%, в Профил 9 е 68 – 75%, който е свързан в почвите не само като органично-глинести съединения, според Копцова (1966), но като и смесени  $\text{Ca}^{2+}$  хуматни съединения (Шишков и др., 2001).

Оптичните характеристики на хумусните вещества ( $E_4/E_6$ ) показват, че най-кондензирани хуминови киселини са установени в почви, формирани върху преотложени материали от железозносни кварцити (Профил 5), където отношението  $E_4/E_6$  е сходно с това в изоморфните почви (Черноземи, Смолници).

## Изводи

Получени са данни за съдържанието на органичен въглерод и състав на почвеното органичното вещество в червеноцветните почви от североизточната част на Софийското поле. Количеството на органичен въглерод в повърхностните хоризонти в изследваните почви се определят от растителността, която отразява специфика на местни условия на почвообразуване. Съставът на почвеното органичното вещество в значителна степен се влияе и от изветрителните процеси. Повърхностните хоризонти на плитките почви, формирани върху твърди скали, се характеризират с много ниско съдържание на ил, представен от минерални колоиди. Въпреки че количеството органичен въглерод е 2,80 – 3,45%, степента на хумификация е много ниска. Типът на хумуса е фулватно-хуматен и хуматен. В почви, формирани върху преотложени материали от червени пясъчници и от железозносни кварцити (делувий), типът на хумуса е фулватно-хуматен. В почви, формирани върху финочастични кватернерни отложения, типът на хумуса е хуматен. Степента на хумификация е ниска.

В Ранкерите, формирани върху твърди скали, доминират хуминовите киселини, които са „свободни“ и свързани със сесквиоксидите, а в Литоземите тези, свързани с калций, преобладават. В Излужените Канелени горски почви, с изключение на Профил 2, хуминовите киселини в повърхностните хоризонти са „свободни“ или свързани със сесквиоксидите, в текстурните (Bt) хоризонти са свързани с  $\text{Ca}^{2+}$ . Органичният въглерод в изследваните почви е свързан не само в органично-минерални, но и смесени  $\text{Ca}^{2+}$  хуматни съединения.

Плитките почви, формирани върху твърди скали са най-уязвими, поради ниското съдържание на органични колоиди и много ниско съдържание на ил. Излужените Канелени горски почви са по-слабо уязвими, защото въпреки ниското съдържание на органично вещество, колоидното съдържание на ил е значително.

## Литература

**Теохаров, М.** 1981. Диагностика и класификация на плитките почви, формирани върху силикатни скали в някои райони на Южна България. Дисертация. ИПА „Н. Пушкиров“, София, 270 стр.

**Bronick, C. J., R. Lal.** 2005. Soil Structure and Management: a Review. *Geoderma*, 124: 3-22

**Теохаров, М., Е., Филичева.** 1995. Content and composition of humus in shallow soils (Leptosols) with redder than 7,5YR. 3-rd IMRMS, Summary papers, Chalkidiki, SSS of Greece, p. 177-180

**Филичева, Е., Ч. Тсадилас.** 2002. Influence of Clinoptilolite and Compost on Soil Properties. *Commun. of Soil Sci. and Plant Analysis*, 33 (3-4): 595-607

**Kononova, M. M.** 1966. Soil Organic Matter. Second Ed. Pergamon Press, Inc., Moscow, 544 p.

**Shishkov, T., L. Petrova.** 2001. Characteristic of Humus Systems of Soils from the Srebarna Biosphere Reserve. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, 36 (4-6), 53-55 (BG)

**Six, J., C. Feller, K. Deneff, S. M. Ogle.** 2002. Soil Organic Matter, Biota and Aggregation in Temperate and Tropical Soils. Effect of No-tillage. *Agronomie*, 22: 755-775