

МАРГАРИТА НАНКОВА

Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево

Почвеното органично вещество – функция на сеитбообращението, обработката и минералното торене

Soil Organic Matter – the Function of Crop Rotation, Processing and Mineral Fertilization

M. Nankova

Dobroudja Agricultural Institute, General Toshevo, Bulgaria

Abstract

Findings from conducted many years of research on the topic can be summarized as follows. Globally, with rapid pace increases the population of the planet and reduces the arable land. The sustainable management of soil resources is a major factor for the development of the agrarian economy and reproduction of agriculture.

Key words: soil organic matter, soil resources

Продължителното и особено неправилно използване на интензивни фактори при земеделското производство е една от причините за намаляване плодородието на обработваемите земи, както и за отрицателно влияние върху околната среда, което води до съществени изменения в почвената реакция, в подвижните и в общите форми на хранителните вещества, както и в органичното вещество на почвата (Лыков, 1982; Лыков и др., 1984). Интензивното прилагане на различни агротехнически практики може да повлияе отрицателно върху посоката и скоростта на трансформация на хранителните вещества (Витер, Новочихин, 1984). Редица изследвания показват, че продължителното земеделско ползване на земята, както и системното приложение на някои агротехнически практики, води до промяна в основни почвени характеристики (Стоянов и др., 1984; Стойчев и др., 1988; Соколов, 1990; Нанкова, Калинов, 1992а; 1992б; Nankova, 1994; Nankova et al., 1994; 2005; Нанкова, 1995; Нан-

кова и др., 1995; 2001; Стоянов и др., 1997; Филчева, Кръстанов, 2003а; 2003б; Филипов, 1972; Филчева, 2004; 2007; Panayotova, 2005; Takahaski and Anwar, 2007).

ПОЧВЕНОТО ОРГАНИЧНО ВЕЩЕСТВО – ФУНКЦИЯ НА СЕИТБООБРАЩЕНИЕТО И ОБРАБОТКАТА

Отглеждането на културите в сеитбооборот осигурява по-висока интензивност на биологичните и биохимичните процеси в сравнение с безсменното отглеждане. Един от важните фактори на почвеното плодородие е редуването на културите – обект на изследване през целия исторически път на земеделската наука. Дългият период на преустройство у нас в нанесе труднопоправими щети на земеделието като отрасъл. В тази връзка наложително е особено като се има предвид рязко нарушеният сеитбооборот на културите в страната, да се припомнят основните правила за съставяне на сеитбообороти, чиято роля допринесе за увеличаване на селскостопанското производство само преди няколко де-

сетилетия. Вярно е, че строгите правила на сеитбообращенията понякога влизат в противоречие с концентрацията и специализацията на производството, но науката е дала решения и продължава да разработва онези моменти, когато е възможен частичен компромис благодарение внедряването на редица съвременни агротехнически средства и добри земеделски практики.

Известно е, че сеитбообороти с различен химичен състав на оставяните растителни остатъци, от една страна изравняват условията за развитие на болшинството групи микроорганизми, а от друга – създават благоприятни условия за хумусообразуване и подобряване качеството на хумуса. Още през периода 1957 – 1965 г. в Добруджанския селскостопански институт проф. Гърбучев прави сравнително проучване на три вида сеитбообръщения – две деветполни (тревополно и плодосменно); двуполно и монокултурно редуване на пшеница и царевица (Гърбучев, 1967). Авторът установява, че при тревополното сеитбообръщение количеството на органичния въглерод е повече с 0,08%. Всички агрохимически показатели, характеризиращи в една или друга степен почвеното плодородие през този период не показват съществени различия в зависимост от редуването на културите. С нарастване продължителността на изследването проф. Клочков (1983) в 6-полен сеитбооборот установява тенденция за намаляване съдържанието на хумус при ежегодната плужна оран, повишаване в горния слой при директната сеитба и в средния слой на орницата при плоскорезната обработка.

По-нататъшните продължителни изследвания върху състоянието на органичното вещество на слабо Излужен Чернозем (Nankov Chernozems – FAO, 2006) в опитното поле на Добруджански земеделски институт, Генерал Тошево, в зависимост от срока прилагане на някои агротехнически практики се характеризират с по-голяма мащабност от началото на 90-те години на 20 век до настоящия момент. Изследванията са съсредоточени главно върху влиянието на продължителното прилагане на различни системи за обработка на почвата в различни по продължителност сеитбообороти и влиянието на системното про-

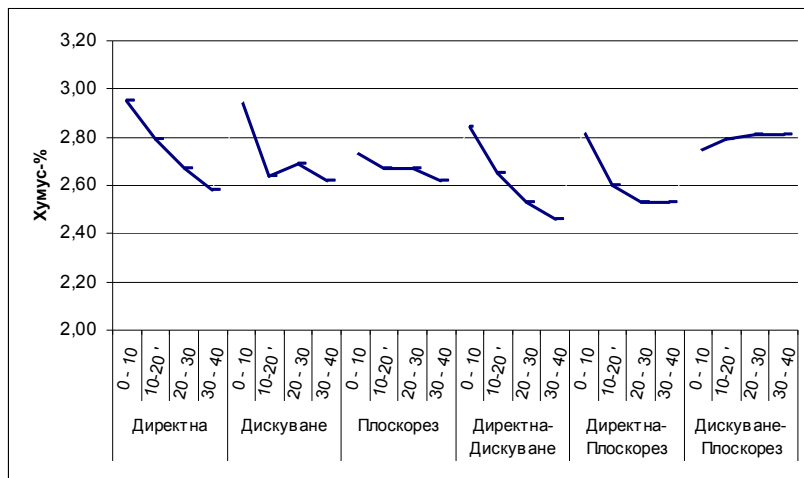
дължително минерално торене върху промените в съдържанието на общ и органичен въглерод и фракциите му. Характеризират се също запасите от органично вещество. От сравнително по-късен етап са изследванията за ролята на начините на оползотворяване на следжътвените остатъци върху настъпващите промени в плодородието на почвата (Nankova et al., 2010).

В стационарен полски опит с 6-полно сеитбообращение при схема на редуване: царевица за зърно – пшеница – слънчоглед – пшеница – фасул – пшеница, заложен през 1987 г. в Добруджанския земеделски институт, Генерал Тошево, е изследвано влиянието на различни системи за обработка на почвата върху физични и агрохимични характеристики на Слабо Излужен Чернозем.

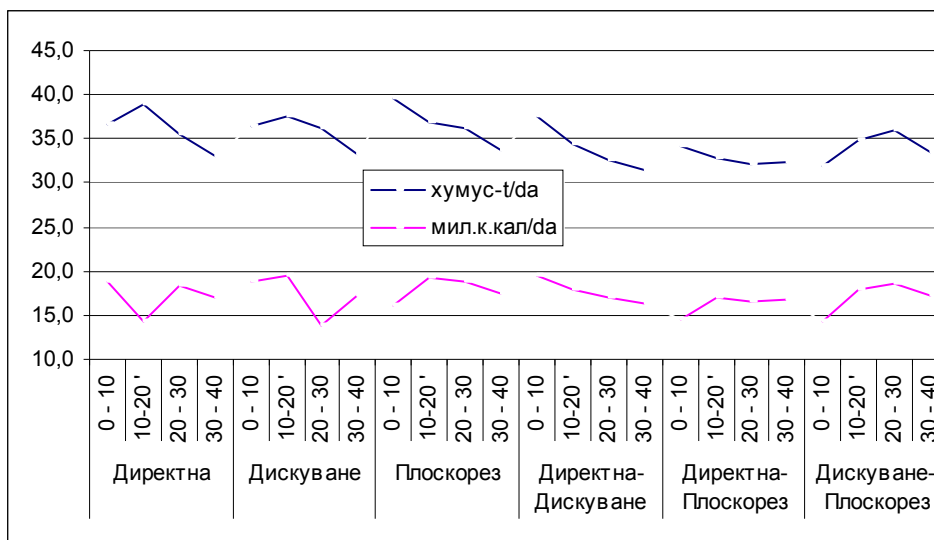
Прилагането на различни системи за обработка на почвата в многополни сеитбообороти пряко и косвено влияе върху почвеното плодородие (Янков, 2007). Установено е, че колкото по-дълбока е обработката, толкова процесите на минерализация се забавят, което способства за съхраняване на голямо количество активен (новообразуван) хумус. Вероятно най-благоприятни условия за хумификация на постъпващите органични остатъци и торове се създават при периодично редуване на плитки и дълбоки обработки на почвата.

Безобръщателните обработки на почвата водят до ясно изразена послойна диференциация в съдържанието на органично вещество по дълбочината на изследвания профил. Същата е проявена най-силно при самостоятелно прилагане на директна сеитба и дискуване, както и при тяхното ежегодно редуване (Nankova, Yankov, 1997) (фиг. 1). Последните се отличават с по-високо съдържание на въглерод в повърхностния слой почвен слой 0 – 10 cm в сравнение с постоянното прилагане на плоскорез, поради ежегодно натрупване в повърхностния слой на растителни остатъци и торове.

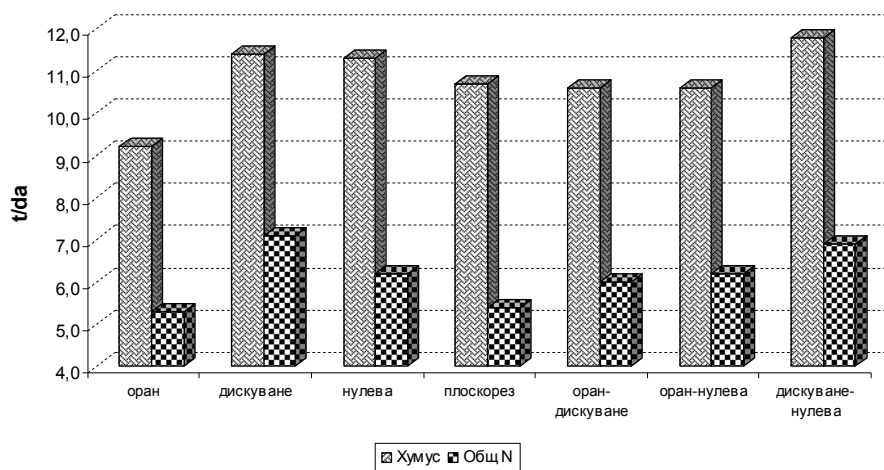
От комбинациите между посочените безобръщателни обработки съдържанието на хумус, средно за изследваната част от коренообитаемия слой, е най-високо при редуването на дискуване – плоскорез. Самостоятелното прилагане на плоскорезна обработка в продължение на 9 години се характеризира



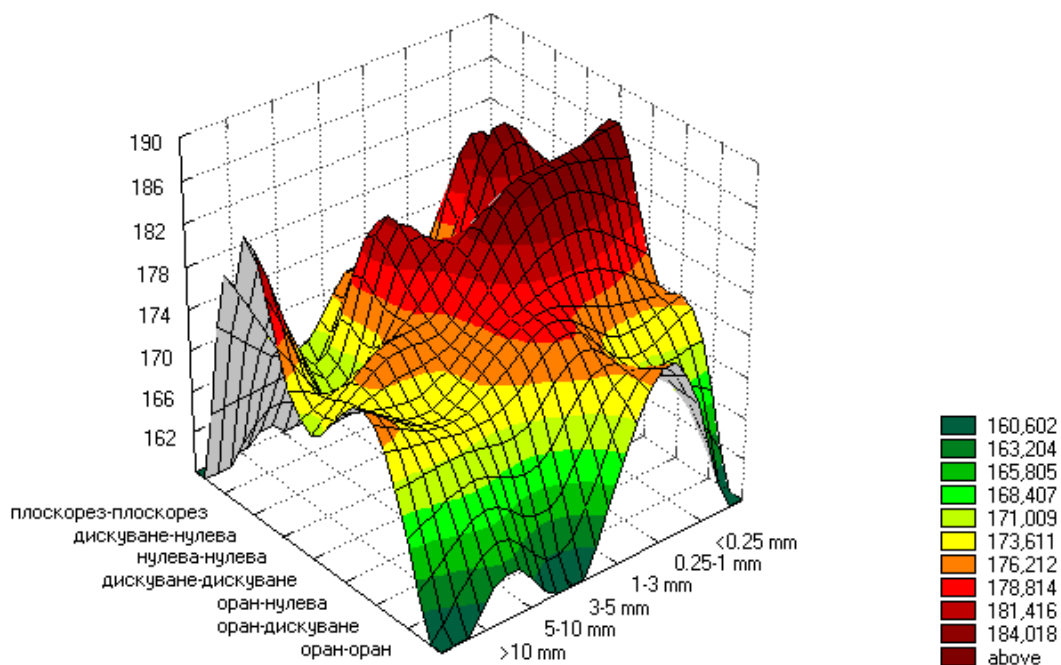
Фиг. 1. Съдържание на хумус в зависимост от вида на безобръщателните обработки на почвата



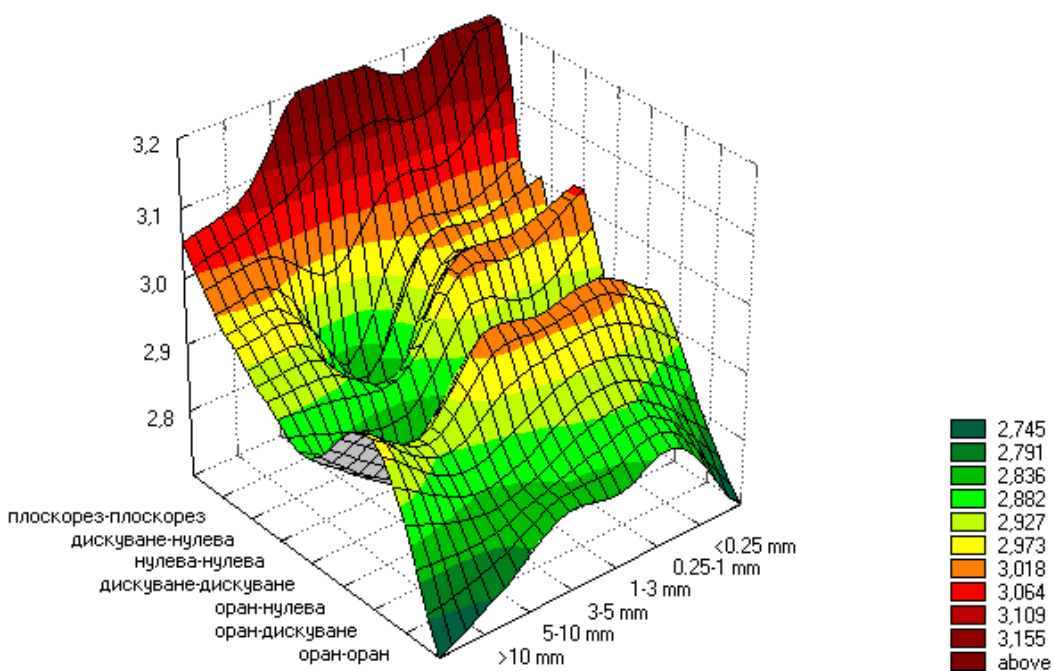
Фиг. 2. Запаси от хумус и енергия в хумуса в зависимост от системата за почвообработка



Фиг. 3. Запаси от хумус и общ азот в зависимост от системата за обработка на почвата



Фиг. 4. Графичен вид на регресионния модел на признака съдържание на общ азот (Янков, 2007)

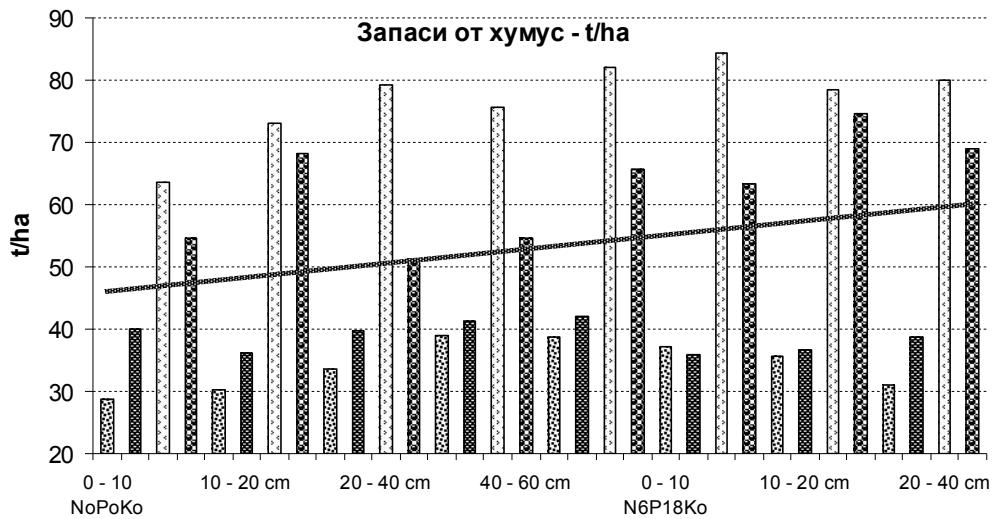


Фиг. 5. Графичен вид на регресионния модел на признака съдържание на хумус (Янков, 2007)

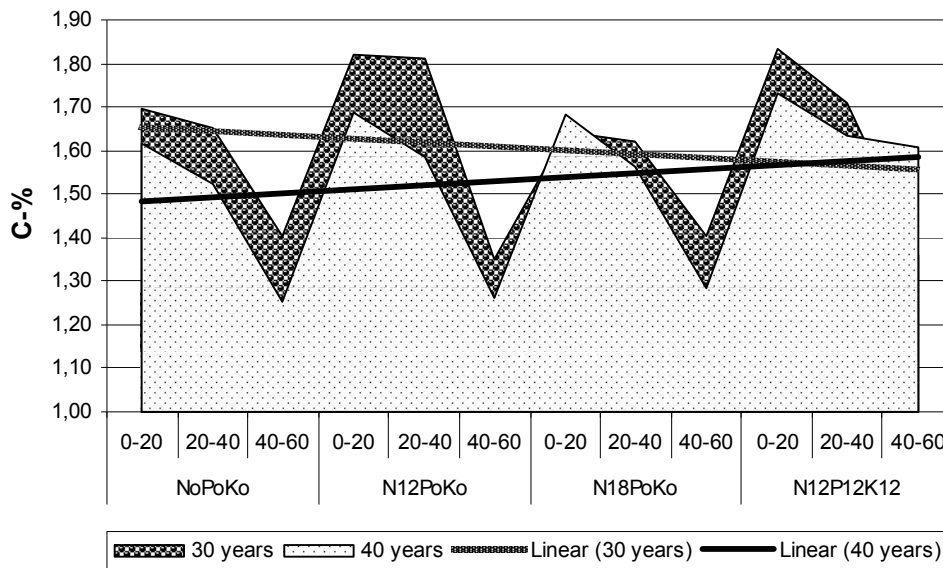
с по-ниско съдържание на хумус в сравнение с директната сеитба и дискуването и практически липса на диференциация в съдържанието му по дълбочина на изследвания профил. Ежегодното редуване на плоскорезната обработка с дискуване в сеитбообращението обогатява с органично вещество почвения слой 20 – 30 cm и 30 – 40 cm в по-голяма степен в сравнение с всички изпитвани системи

за обработка на почвата.

По стойности на този показател системата за обработка, включваща ежегодно редуване на дискуване – плоскорез, влияе в максимална степен положително за запазване на почвеното плодородие. Самостоятелното прилагане на безобръщателните обработки води до натрупването на по-големи запаси от хумус в почвата в сравнение с вариантите на



Фиг. 6. Запаси от хумус по дълбочина в зависимост от системното 40-годишно минерално торене

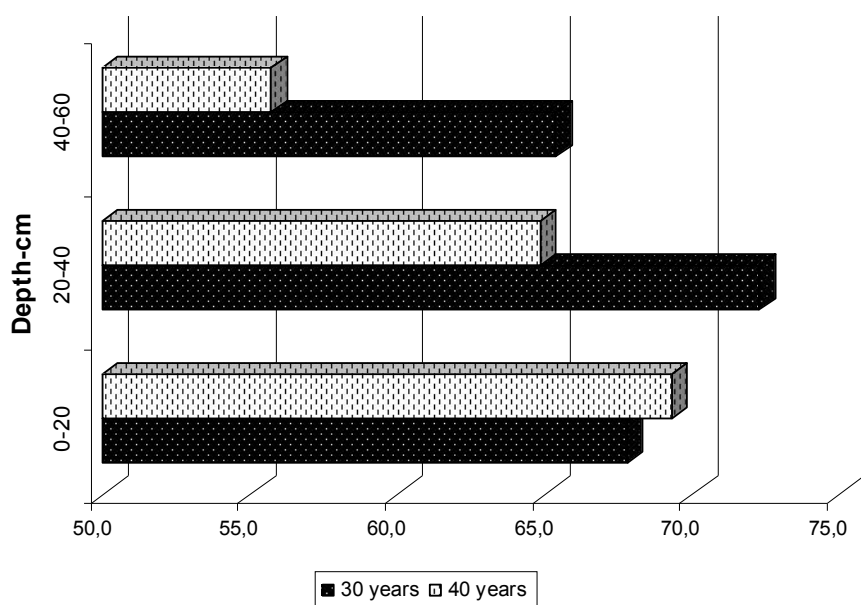


Фиг. 7. Съдържание на $C_{\text{общ}}$ в зависимост от приложеното системно минерално торене на 30-та и 40-та година от залагане на опита

комбинираното им изпитване. В това отношение най-големи запаси от хумус по дълбочината на изследвания профил са установени при постоянната плоскорезна обработка. Подобна тенденция се наблюдава и по отношение на запасите от енергия в хумуса (фиг. 2).

Изпитваните системи за обработка на почвата в сеитбообращението създават различни условия за минерализация на следжътвените и кореновите остатъци, както и на внесените минерални торове. Това от своя страна води до изменения в груповия и фракционен състав на хумуса (табл. 1). Съдържанието на $C_{\text{орг}}$ в слоя 0 – 10 cm е най-високо и постепенно намалява по дълбочина на профила.

Наблюдава се известна тенденция за по-високото му съдържание при самостоятелното прилагане на изпитваните безобръщателни обработки в сравнение с ежегодното им редуване с изключение на дискуване – плоскорез. Диференциацията в съдържанието му между слоевете 0 – 10 cm и 30 – 40 cm с изключение на директна – дискуване и директна – плоскорез, е добре изразена (табл. 2). Наблюдаваното увеличаване в абсолютното съдържание на хуминови киселини (ХК) при постоянната директна сеитба води до чувствително увеличаване съотношението $C_{\text{ХК}} : C_{\text{ФК}}$. Като цяло при самостоятелното прилагане на безобръщателните обработки $C_{\text{ХК}}$ е с



Фиг. 8. Запаси от хумус (t/ha) при контролния вариант $N_0P_0K_0$ (Nankova, 2012)

Таблица 1. Групов и фракционен състав на хумуса при самостоятелно прилагане на безобръщателни обработки

(* абсолютни стойности; ** в % към $C_{\text{общ}}$, или $C_{\text{орг}}$, или $C_{\text{ХК}}$, или $C_{\text{ост}}$)

Варианти на обработки	Дълбочина, cm	Общ C, %	Органичен въглерод, % Екстрахиран с 0.1M $Na_4P_2O_7$ + 0.1M NaOH			$C_{\text{ХК}}/C_{\text{ФК}}$	Органичен въглерод, % Фракции на хуминовите киселини		C в остатъка ($C_{\text{ост}}$)	C екстрах. с 0.1 NH_2SO_4 , %
			общо	$C_{\text{ХК}}$	$C_{\text{ФК}}$		свободни и свързани с R_2O_3	ХК, свързани с Ca		
Директна	0 - 10	1,71	<u>0,91*</u> 53,22**	<u>0,75</u> 43,86	<u>0,16</u> 9,36	4,69	<u>0,26</u> 34,67	<u>0,49</u> 65,33	<u>0,80</u> 46,78	<u>0,05</u> 2,92
	10 - 20	1,62	<u>0,75</u> 46,30	<u>0,56</u> 34,57	<u>0,19</u> 11,73	2,95	<u>0,21</u> 37,50	<u>0,35</u> 62,50	<u>0,87</u> 53,70	<u>0,04</u> 2,47
	20 - 30	1,55	<u>0,76</u> 49,03	<u>0,51</u> 32,90	<u>0,25</u> 16,13	2,04	<u>0,14</u> 27,45	<u>0,37</u> 72,55	<u>0,79</u> 50,97	<u>0,05</u> 3,23
	30 - 40	1,50	<u>0,67</u> 44,67	<u>0,42</u> 28,00	<u>0,25</u> 16,67	1,68	<u>0,12</u> 28,57	<u>0,30</u> 71,43	<u>0,83</u> 55,33	<u>0,03</u> 2,00
Дискуване	0 - 10	1,72	<u>0,92</u> 53,49	<u>0,65</u> 37,79	<u>0,27</u> 15,70	2,41	<u>0,35</u> 53,85	<u>0,30</u> 46,15	<u>0,80</u> 46,51	<u>0,05</u> 2,91
	10 - 20	1,53	<u>0,82</u> 53,60	<u>0,60</u> 39,22	<u>0,22</u> 14,38	2,72	<u>0,20</u> 33,33	<u>0,40</u> 66,67	<u>0,71</u> 46,40	<u>0,04</u> 2,61
	20 - 30	1,56	<u>0,79</u> 50,64	<u>0,64</u> 41,03	<u>0,15</u> 9,62	4,27	<u>0,19</u> 26,69	<u>0,45</u> 70,31	<u>0,77</u> 49,36	<u>0,05</u> 3,21
	30 - 40	1,52	<u>0,72</u> 47,37	<u>0,59</u> 38,82	<u>0,13</u> 8,55	4,54	<u>0,12</u> 20,34	<u>0,47</u> 79,66	<u>0,80</u> 52,63	<u>0,05</u> 3,29
Глоскорез	0 - 10	1,59	<u>0,93</u> 58,49	<u>0,66</u> 41,51	<u>0,27</u> 16,98	2,44	<u>0,33</u> 50,00	<u>0,33</u> 50,00	<u>0,66</u> 41,51	<u>0,06</u> 3,77
	10 - 20	1,59	<u>0,81</u> 52,26	<u>0,59</u> 38,06	<u>0,22</u> 14,20	2,68	<u>0,19</u> 32,20	<u>0,40</u> 67,80	<u>0,74</u> 47,74	<u>0,06</u> 3,87
	20 - 30	1,55	<u>0,77</u> 49,68	<u>0,58</u> 37,42	<u>0,19</u> 12,26	3,05	<u>0,15</u> 25,86	<u>0,43</u> 74,14	<u>0,78</u> 50,32	<u>0,06</u> 3,87
	30 - 40	1,52	<u>0,73</u> 48,03	<u>0,54</u> 35,53	<u>0,19</u> 12,50	2,84	<u>0,12</u> 22,22	<u>0,42</u> 77,78	<u>0,79</u> 51,97	<u>0,04</u> 2,63

Таблица 2. Групов и фракционен състав на хумуса при комбинирано прилагане на безобръщателни обработки

Варианти на обработка	Дълбочина, см	Общ $C_{\%}$	Органичен въглерод, % Екстрахиран с 0,1M $Na_4P_2O_7$ + 0,1M NaOH			$C_{\text{ХК}}/C_{\text{ФК}}$	Органичен въглерод, % Фракции на хуминовите киселини		C в остатъка ($C_{\text{ост}}$)	C , екстрах. с 0,1 N H_2SO_4 , %
			общо	$C_{\text{ХК}}$	$C_{\text{ФК}}$		свободни и свързани с R_2O_3	ХК, свързани с Ca		
Директна – Дискуване	0 - 10	1,65	<u>0,81*</u> 49,09**	<u>0,56</u> 33,94	<u>0,25</u> 15,15	2,24	<u>0,23</u> 41,07	<u>0,33</u> 58,93	<u>0,84</u> 50,91	<u>0,04</u> 2,42
	10 - 20	1,54	<u>0,81</u> 52,60	<u>0,59</u> 38,31	<u>0,22</u> 14,29	2,68	<u>0,15</u> 25,42	<u>0,44</u> 74,58	<u>0,73</u> 47,40	<u>0,05</u> 3,25
	20 - 30	1,47	<u>0,69</u> 46,94	<u>0,49</u> 33,33	<u>0,20</u> 13,61	2,45	<u>0,12</u> 24,49	<u>0,37</u> 75,51	<u>0,78</u> 53,08	<u>0,04</u> 2,72
	30 - 40	1,43	<u>0,70</u> 48,95	<u>0,49</u> 34,27	<u>0,21</u> 14,68	2,33	<u>0,12</u> 24,49	<u>0,37</u> 75,51	<u>0,73</u> 51,05	<u>0,05</u> 3,50
Директна – Глоскорез	0 - 10	1,64	<u>0,83</u> 50,61	<u>0,64</u> 39,02	<u>0,19</u> 11,59	3,37	<u>0,32</u> 50,00	<u>0,32</u> 50,00	<u>0,81</u> 49,39	<u>0,04</u> 2,44
	10 - 20	1,51	<u>0,74</u> 49,01	<u>0,55</u> 36,42	<u>0,19</u> 12,58	2,89	<u>0,18</u> 32,73	<u>0,37</u> 67,27	<u>0,77</u> 50,99	<u>0,03</u> 1,99
	20 - 30	1,47	<u>0,71</u> 48,30	<u>0,55</u> 37,41	<u>0,16</u> 10,89	3,44	<u>0,16</u> 29,09	<u>0,39</u> 70,91	<u>0,76</u> 51,70	<u>0,03</u> 2,04
	30 - 40	1,47	<u>0,71</u> 48,30	<u>0,55</u> 37,41	<u>0,16</u> 10,89	3,44	<u>0,15</u> 27,27	<u>0,40</u> 72,73	<u>0,76</u> 51,70	<u>0,04</u> 2,72
Дискуване – Глоскорез	0 - 10	1,59	<u>0,94</u> 59,12	<u>0,70</u> 44,03	<u>0,24</u> 15,09	2,92	<u>0,31</u> 44,29	<u>0,39</u> 55,71	<u>0,65</u> 40,88	<u>0,06</u> 3,77
	10 - 20	1,62	<u>0,81</u> 50,00	<u>0,60</u> 37,04	<u>0,21</u> 19,96	2,86	<u>0,21</u> 35,00	<u>0,39</u> 65,00	<u>0,81</u> 50,00	<u>0,05</u> 3,09
	20 - 30	1,63	<u>0,77</u> 47,24	<u>0,57</u> 34,97	<u>0,20</u> 12,27	2,85	<u>0,16</u> 28,07	<u>0,41</u> 71,93	<u>0,86</u> 52,76	<u>0,05</u> 3,07
	30 - 40	1,63	<u>0,73</u> 44,79	<u>0,55</u> 33,74	<u>0,18</u> 11,05	3,06	<u>0,14</u> 25,45	<u>0,41</u> 74,55	<u>0,90</u> 55,21	<u>0,06</u> 3,68

(* абсолютни стойности; ** в % към $C_{\text{общ}}$, или $C_{\text{орг}}$, или $C_{\text{ХК}}$, или $C_{\text{ост}}$).

Таблица 3. Резултати от статистическата обработка на данните

Индекси	MS_A	MS_B	$MS_{A \times B}$	Error
<i>Абсолютни стойности на $C_{\%}$ в пробата</i>				
1. Общ $C_{\%}$ в почвата	0.042 ^c	0.012 ^c	0.00437 ^b	0.000324
2. $C_{\%}$ в 0,1 N H_2SO_4	0.000079	0.00046 ^b	0.00009	0.000038
3. $C_{\text{орг}}$	0.072 ^c	0.016 ^b	0.0015	0.00087
4. $C_{\text{ХК}}$	0.034 ^b	0.0096 ^a	0.0051	0.0020
5. $C_{\text{ФК}}$	0.0075	0.0059	0.0032	0.0027
6. $C_{\text{ХК/ФК}}$	4.05	1.93	2.87	1.30
7. ХК – R_2O_3	0.067 ^c	0.037 ^c	0.00091 ^c	0.0000199
8. ХК – Ca	0.0199 ^a	0.0074	0.0036	0.0032
9. $C_{\text{ост}}$	0.0058	0.0092 ^a	0.0101 ^a	0.0017
10. df	3	5	15	23

<i>В процент</i>				
1. $C_{\%}$ в 0,1 N $H_2SO_4/C_{\text{общ}}$	0.080	1.667 ^b	0.392	0.172
2. $C_{\text{орг}}/C_{\text{общ}}$	122.20 ^c	28.18 ^a	13.77	4.20
3. $C_{\text{ХК}}/C_{\text{орг}}$	16616.33	16138.08	17282.57	16822.34
4. $C_{\text{ФК}}/C_{\text{орг}}$	25.24	14.25	16.07	8.27
5. $ХК - R_2O_3/C_{\text{ХК}}$	1143.84 ^c	57.00 ^b	41.92 ^a	5.43
6. $ХК - Ca/C_{\text{ХК}}$	1143.03 ^c	57.00 ^b	41.89 ^a	5.42
7. $C_{\text{ост}}/C_{\text{общ}}$	105.29 ^c	34.07 ^a	3.65	3.88
8. df	3	5	15	23
Фактор А – дълбочина; фактор В – система за обработка.				

Таблица 4. Дисперсионен анализ

Фактори	MS Общ азот	MS Хумус	df
А – размер на почвените агрегати	708.4 ^c	0.12 ^c	5
В – система за обработка на почвата	2510.8 ^c	0.56 ^c	6
С – дълбочина	10970.2 ^c	1.62 ^c	2
А x В	128.4 ^a	0.03 ^a	30
А x С	119.4	0.05 ^a	10
В x С	1207.9 ^c	0.25 ^c	12
А x В x С	112.2	0.01	60
Error	41.7	0.009	625

Таблица 5. Регресионни модели, характеризиращи влиянието на размера на структурните агрегати върху някои агрохимични показатели на почвата (Янков, 2007)

Обобщен регресионен модел $Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6$	
Съдържание на общ азот	
Оран - оран	$Y = 0.280 + 0.209x_1 + 0.305x_2 + 0.071x_3 + 0.332x_4 + 0.169x_5 + 0.521x_6$
Оран - дискуване	$Y = 0.259 + 0.264x_1 + 0.282x_2 + 0.229x_3 + 0.183x_4 + 0.417x_5 + 0.264x_6$
Оран - нулева	$Y = 0.112 + 0.127x_1 + 0.071x_2 + 0.418x_3 + 0.157x_4 + 0.422x_5 + 0.630x_6$
Дискуване - дискуване	$Y = 0.756 + 0.022x_1 + 0.372x_2 - 0.499x_3 + 1.099x_4 + 0.103x_5 + 0.167x_6$
Нулева - нулева	$Y = 0.252 + 0.306x_1 + 0.326x_2 + 0.188x_3 + 0.123x_4 + 0.412x_5 + 0.449x_6$
Дискуване - нулева	$Y = 0.321 + 0.300x_1 + 0.207x_2 + 0.062x_3 + 0.045x_4 + 0.403x_5 + 0.840x_6$
Плоскорез - плоскорез	$Y = 0.233 + 0.268x_1 + 0.387x_2 - 0.066x_3 + 0.172x_4 + 0.595x_5 + 0.376x_6$
Съдържание на хумус	
Оран - оран	$Y = 0.097 + 0.008x_1 + 0.079x_2 + 0.202x_3 + 0.089x_4 - 0.070x_5 + 0.005x_6$
Оран - дискуване	$Y = 0.009 + 0.147x_1 - 0.021x_2 + 0.087x_3 + 0.409x_4 + 0.034x_5 - 0.142x_6$

Оран - нулева	$Y = -0.063 - 0.036x_1 - 0.130x_2 + 0.300x_3 - 0.178x_4 + 0.284x_5 + 0.284x_6$
Дискуване - дискуване	$Y = 0.332 - 0.071x_1 + 0.050x_2 - 0.366x_3 + 0.078x_4 - 0.055x_5 + 0.482x_6$
Нулева - нулева	$Y = 0.059 + 0.095x_1 + 0.088x_2 - 0.121x_3 - 0.026x_4 + 0.283x_5 + 0.085x_6$
Дискуване - нулева	$Y = -0.005 - 0.121x_1 + 0.061x_2 + 0.166x_3 - 0.051x_4 + 0.300x_5 - 0.028x_6$
Плоскорез - плоскорез	$Y = 0.065 + 0.068x_1 + 0.114x_2 - 0.127x_3 - 0.030x_4 + 0.197x_5 + 0.198x_6$
Процент агрегати с големина: x_1 > 10 mm; x_2 5-10 mm; x_3 3-5 mm; x_4 1-3 mm; x_5 0,25-1 mm; x_6 < 0,25 mm.	

Таблица 6. Дисперсионен анализ на съдържание и запаси от общ азот и хумус

Показатели	MS _A	MS _B	MS _{AxB}	Error
Общ N, mg/100 g	1692.3 ^c	139.5 ^a	2498.3 ^c	24.3
Запаси N, t/ha	1.1 ^c	0.6 ^b	1.4 ^c	0.06
Хумус, %	0.35 ^c	0.74 ^c	0.60 ^c	0.006
Запаси хумус, t/ha	267.6 ^c	1497.1 ^c	322.2 ^c	1.6
C/N (атомно)	0.8 ^a	7.4 ^c	0.8 ^a	0.1
df	9	2	18	

Фактор А – начини на използване на площите; фактор В – дълбочина на слоя, см.

Таблица 7. Дисперсионен анализ на групов и фракционен състав на хумуса

Показатели	MS _A		MS _B		MS _{AxB}		Error	
	C, %	C/общ C	C, %	C/общ C	C, %	C/общ C	C, %	C/общ C
C _{фк В} 0,1 N H ₂ SO ₄	3.6 ^a	0.25 ^{HP}	7,4 ^b	0.5 ^{HP}	2,5 ^{HP}	0.39 ^{HP}	0.00008	0.158
Сорг.	4.9 ^c	19.0 ^a	4.6 ^c	477.0 ^c	9.3 ^a	25.5 ^a	0.002	3.7
C _{хк}	2.1 ^b	49.4 ^{HP}	2.2 ^b	317.9 ^c	9.3 ^{HP}	41.6 ^{HP}	0.003	23.6
C _{фк}	1.1 ^a	49.6 ^{HP}	3.2 ^c	316.7 ^c	5.4 ^{HP}	41.4 ^{HP}	0.002	23.6
C _{хк} /C _{фк}	10.6 ^{HP}	-	33.0 ^{HP}	-	6.0 ^{HP}	-	7.2	-
C _{хк} - R ₂ O ₃	1.8 ^c	377.2 ^c	9.6 ^{HP}	98.1 ^c	3.1 ^a	40.0 ^a	0.0007	5.5
C _{хк} - Са	0.014 ^a	375.3 ^c	0.005 ^{HP}	96.6 ^c	0.005 ^{HP}	40.3 ^a	0.003	5.4
Сост.	0.136 ^c	19.2 ^a	0.618 ^c	478.7 ^c	8.2 ^c	25.5 ^a	0.004	3.6
df	8		2		16			

Фактор А – начини на използване на площите; фактор В – дълбочина на слоя, см.

Таблица 8. Съдържание на хумус по дълбочина на профила в зависимост от минералното торене (1967 – 2007 г.)

Дълбочина, м	N ₀ P ₀ K ₀	N ₆ P ₀ K ₀	N ₁₂ P ₀ K ₀	N ₁₈ P ₀ K ₀	N ₀ P ₁₈ K ₀	N ₆ P ₁₈ K ₀	N ₁₂ P ₁₂ K ₁₂	N ₁₈ P ₆ K ₆
3-ти метър	,416 a	,384 a	,405 a	,360 a	,389 a	,426 a	,346 a	,385 a
4-ти метър	,519 b	,597 b	,443 b	,528 b	,459 b	,470 b	,385 b	,570 b
2-ри метър	,535 b	,635 c	,525 c	,552 b	,733 c	,623 c	,652 c	,651 c
1-ви метър	2,076 c	2,508 d	2,415 d	2,414 c	2,435 d	2,493 d	2,605 d	2,648 d

Таблица 9. Съдържание и запаси от хумус средно за слоя 0 – 60 см в зависимост от вида на торовия вариант

Варианти	Хумус, %	Humus, kg/m ²	C/N
N ₀ P ₀ K ₀	2,59 a	2,709 a	12,98 cd
N ₆ P ₀ K ₀	2,72 c	3,014 c	11,16 a
N ₁₂ P ₀ K ₀	2,68 b	2,958 b	11,34a
N ₁₈ P ₀ K ₀	2,68 b	3,051 c	12,19 b
N ₀ P ₁₈ K ₀	2,71 bc	3,314 f	12,81 c
N ₆ P ₁₈ K ₀	2,80 d	3,203 d	13,35 de
N ₁₂ P ₁₂ K ₁₂	2,89 e	3,269 e	13,63 e
N ₁₈ P ₆ K ₆	2,98 f	3,172 d	13,59 e

(Waller-Duncan N = 8)

Таблица 10. Сила на влияние на факторите върху хумусното състояние на Слабо Излужен Чернозем (0 – 60 см), %

	Торене (1)	Дълбочина (2)	1 x 2
Хумус, %	25,22	59,27	15,51
Хумус, t/ha	3,02	91,33	5,65
C/N	81,37	2,12	16,51

Таблица 11. Хумусно състояние на Слабо Излужен Чернозем средно за изпитаните варианти на системно минерално торене по дълбочина в горната част на коренообитаемия слой

Дълбочина, см	Хумус, %	Хумус, t/ha	C/N
0 -10	2,88 c	34,304 a	12,45 a
10 -20	2,90 c	38,827 b	12,63 ab
20 - 40	2,78 b	77,021 d	12,60 ab
40 - 60	2,45 a	62,671 c	12,86 b

по-високи абсолютни стойности в сравнение с тези при алтернативното им редуване. Независимо от варирането на съотношението $C_{\text{ХК}}: C_{\text{ФК}}$, хумусът запазва хуматната си природа с изключение на слоя 30 – 40 см при постоянната директна сеитба, където типът му се определя като фулватно-хуматен (Орлов, Гришина, 1981).

Количеството на ХК_{Ca} с изключение на постоянната директна сеитба се увеличава по дълбочината на изследвания профил в сравнение със слоя 0 – 10 см. Делът на ХК_{Ca} спрямо общото количество на хуминовите киселини при всички изпитани системи за обработка на почвата е по-висок в по-долулежащите слоеве.

Новообразуваните органични вещества на ранен стадий на хумификация заемат най-висок дял от $C_{\text{орг}}$ при продължителното прилагане на обработка с дискови оръдия (53,85%), обработка с плоскорез (50,00%) и ежегодно редуване на директна – плоскорез (50,00%).

Въздействието на факторите дълбочина на изследвания профил (А) и вид на системата на обработка на почвата (В) върху съдържанието на $C_{\text{общ}}$ в почвата, респ. хумус, е доказано в максимална степен (табл. 3). Установено е доказано влияние на системата на обработка върху съдържанието на агресивната фракция на фулвокиселините (ФК). Изпитваните фактори влияят с различна степен на доказаност върху количеството на $C_{\text{орг}}$ в почвата. Същите, самостоятелно и в комбинация, статистически с максимална достоверност влияят върху $C_{\text{ХК}}$, свързани с окисите на Fe и Al в почвата.

Съдържанието на ХК се влияе по-силно от дълбочината, отколкото от системата за обработка на почвата. Самостоятелното действие на факторите и тяхното взаимодействие не влияе статистически достоверно върху $C_{\text{ФК}}$, а оттам и върху съотношението $C_{\text{ХК}}: C_{\text{ФК}}$. В слаба степен е доказано влиянието на системата на обработка върху количеството на $C_{\text{ост}}$. Комбинираното взаимодействие между факторите доказано влияе върху съдържанието на $C_{\text{общ}}$ в почвата (**), хуминовите киселини, свързани с R_2O_3 (***) и количеството на $C_{\text{ост}}$ (*). Що се отнася до делът на отделните групи и фракции спрямо съдържанието на $C_{\text{общ}}$ в почвата, в максимална степен е доказано влиянието на дълбочината на изследвания профил върху общото количество на хумусни вещества, количеството на хуминовите киселини, свързани както с R_2O_3 , така и с Ca, и на въглерода в нехидролизуемия остатък ($C_{\text{ост}}$).

Влиянието на системата на обработка е доказано по-силно при дела на фракцията на „агресивните“ ФК и ХК, свързани с R_2O_3 и Ca

и в най-слаба степен – върху дела на $C_{\text{орг}}$ и съдържанието на $C_{\text{ост}}$. Комбинираното взаимодействие между факторите доказва с най-слаба степен измененията във фракциите на ХК. Степента на хумификация на органичното вещество е висока, като за вариантите със самостоятелно прилагане на директна сеитба и плоскорез, както и при ежегодното редуване на дискуване – плоскорез се определя като много висока.

При всички изпитвани системи за обработка на почвата типът на хумуса е хуматен с изключение на слоя 30 – 40 cm при постоянната директна сеитба, където се характеризира като фулватно-хуматен.

В заключение може да се каже, че продължителното прилагане на безобръщателни системи за обработка на почвата води до доказани изменения в съдържанието на органично вещество на Слабо Излужения Чернозем в опитния участък. Самостоятелното прилагане на директна обработка и дискуване се отличава с обогатяване на повърхностния слой 0 – 10 cm с $C_{\text{общ}}$, следвано от рязкото му намаляване в по-долните слоеве. Ежегодната плоскорезна обработка не причинява диференциация в съдържанието му в изследвания почвен слой (0 – 40 cm). Подобна тенденция се наблюдава и при включването ѝ в система с дискуване. Ежегодно редуване на дискуване с плоскорез в максимална степен съхранява и повишава почвеното плодородие, като не причинява съществена диференциация в съдържанието на хумус в слоя 0 – 40 cm в сравнение с другите безобръщателни обработки и комбинациите между тях.

Продължителното прилагане на изпитваните системи на обработка на почвата води и до изменения в груповия и фракционен състав на хумуса по дълбочината на изследвания профил. Съдържанието на $C_{\text{орг}}$ намалява постепенно по дълбочина като в слоя 30 – 40 cm – то е най-ниско при постоянната директна сеитба. Именно тук е установено и най-съществено намаление в $C_{\text{ХК}}$ и съответно повишаване на $C_{\text{ФК}}$, което характеризира природата на органичното вещество като фулватно-хуматна. Повърхностният слой 0 – 10 cm, с изключение на директната сеитба, се отличава със средно съдържание на $C_{\text{ХК-Са}}$, а при всички останали системи за обработка

и дълбочини – с високо.

Проучвано е и разпределението на общия азот и въглерод в зависимост от размера на почвените агрегати при продължителното прилагане на системите оран, директна сеитба, дискуване, плоскорез, прилагани ежегодно на различна дълбочина в зависимост от културата, както и комбинации между тях (Nankova, Yankov, Penchev, 2003). По дълбочина на профила са изследвани почвените слоевете 0 – 10 cm, 10 – 20 cm и 20 – 30 cm. Промените в съдържанието на общ азот и общ и органичен въглерод са проследени при почвени агрегати с размери: > 10 mm, 10 - 5 mm, 5 - 3 mm, 3 - 1 mm, 1 - 0,25 mm и < 0,25 mm. Размерът на почвените агрегати е определен след сух структурен анализ (Атанасов, 1972), на общ азот – по метода на Келдал, на хумус – по метода на Тюрин (Бельчикова, 1975; Filcheva and Boyadgiev, 1997). Данните са обработени с трифакторен дисперсионен анализ, като е приложен моделът:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + e_{ijk}$$

Установени са доказани различия в съдържанието на общ азот и хумус, както по дълбочина на профила, така и по размер на почвените агрегати, което е доказателство за разпределението на хранителните вещества в почвата, в зависимост от едрината на механичните фракции (табл. 4).

Средно за всички размери на агрегатите в почвения слой 0 – 30 cm най-малко количество общ азот е установено при варианта със самостоятелно прилагане на оран. Най-съществено е обогатяването на повърхностния слой (0 – 10 cm) с азот при редуването на дискуване – нулева обработка (средно 202,44 mg N/100 g почва). В следващите дълбочини по профила вариантите с комбинация на обработките се изравняват помежду си. Коренообитаемият хоризонт при постоянно дискуване в сеитбообращението е с увеличено съдържание на общ азот в почвата с 15,56% спрямо оранта.

От всички изпитвани системи на обработка средно за слоя 0 – 30 cm с най-ниско съдържание на хумус се отличава вариантът със самостоятелно прилагане на оран. Неговото

съдържание обаче бележи тенденция към нарастване с увеличаване дълбочината на изследвания профил. При всички останали системи на обработка на почвата съдържанието му намалява по дълбочина. Най-високи стойности на този показател са установени при самостоятелно прилагане на плоскорез и нулева обработка.

В резултат на това изследване е установено, че най-малки запаси от общ азот и хумус в сеитбообръщението в слоя 0 – 30 cm се формират при прилагането на ежегодна оран (фиг. 3). Във вариантите с ежегодно самостоятелно прилагане на дискуване, нулева обработка, както и комбинациите между тях, при Слабо Излужените Черноземи се натрупват най-високи запаси от хумус и общ азот.

Установената диференциация в съдържанието на общ азот показва, че по-големи количества общ азот са съсредоточени в агрегатите с размери под 5 mm. Тази тенденция е най-ясно изразена при варианта с редуване на дискуване – нулева обработка, както при самостоятелното прилагане на дискуване, нулева обработка и плоскорез.

Размерът на почвените агрегати оказва най-силно влияние върху съдържанието на хумус в слоя 0 – 10 cm. С изключение на оранта при всички останали системи на обработка на почвата иловата фракция (< 0,25 mm) е чувствително обогатена с общ C.

С най-съществен принос за запазване органичното вещество на Слабо Излужените Черноземи са минималните и безобръщателни обработки на почвата, приложени самостоятелно и в комбинация.

В тази връзка Янков (2007) установява множествени модели между съдържанието на общ азот и общ въглерод в отделните структурни фракции на почвата при различните системи за обработка (табл. 5).

На база на съответните уравнения са построени и графичните им модели, като с b_i са означени съответните коефициенти на тежест: b_1 агрегати с големина >10 mm (%), b_2 агрегати с големина 5 - 10 mm (%), b_3 агрегати с големина 3 - 5 mm (%), b_4 агрегати с големина 1 - 3 mm (%), b_5 агрегати с големина 0,25 - 1 mm (%), b_6 агрегати с големина <0,25 mm (%).

Обобщеният вид на регресионния модел

за съдържание на общ азот в структурните агрегати при различните системи за обработка на почвата показва, че при системите оран-оран и оран-нулева, процентният дял на агрегатите с големина < 0,25 mm е с най-голям коефициент на тежест (b_6 – съответно 0,521 и 0,630) (фиг. 4). При алтернативното редуване на оран с дискуване и постоянната плоскорезна обработка фракциите с размери 0,25 – 1 mm (b_5) са с най-висок ефект върху признака съдържание на общ азот.

Процентният дял на частиците с големина < 0,25 mm при ежегодната нулева обработка, както и редуването ѝ с дискуване, са с най-голяма тежест (b_6 – 0,449 и 0,840). При посочените системи за обработка на почвата приложеният регресионен модел потвърждава тенденцията за увеличаване съдържанието на общ азот в по-малките почвени агрегати. Единствено при ежегодното дискуване по-едрата фракция (1 – 3 mm) има най-голям коефициент на тежест ($b_4 = 1,099$).

Анализът на установения регресионен модел, описващ зависимостта между съдържанието на хумус и процентното съдържание на структурни агрегати при изпитаните системи за обработка на почвата потвърждава, че обработките без обръщане на орния слой в многополен сеитбооборот допринасят за увеличаване съдържанието на хумус в агрегатите с най-малки размери (фиг. 5). С най-висок ефект върху изследвания признак при директната сеитба, алтернативното ѝ редуване с дискуване, самостоятелното дискуване и ежегодната плоскорезна обработка са фракциите с големина 0,25 - 1 mm и < 0,25 mm (b_5 и b_6). При системите, включващи обръщане на обработваемия слой, с най-голям коефициент на тежест са агрегатите с размери 3 - 5 mm и 1 - 3 mm (b_3 и b_4).

ПОЧВЕНОТО ОРГАНИЧНО ВЕЩЕСТВО – ФУНКЦИЯ НА МИНЕРАЛНО ТОРЕНЕ

Намаляване плодородието на почвите в световен мащаб, в резултат на неразумна човешка дейност, водещо до деградацията и дори опустиняването им, е много сериозен проблем. Минералните торове са едно от най-големите открития на съвременната химия. Още в средата на миналия век Андре Воазен (1970) в цикъл от лекции в универ-

ситета в Квебек (Канада), предупреждава, че при неправилна употреба минералните торове (особено азотните) могат да станат много опасен инструмент, който разрушава почвеното плодородие, намалява добивите, влошава хранителната стойност на произведените продукти, уврежда тежко здравето на човека и животните. От това става ясно, че пораженията върху околната среда биха могли да бъдат необратими, дори и при неограничен финансов ресурс, тъй като, засягайки околната среда, те ще влияят отрицателно и върху целия организмов свят. В областта на земеделието използването на изкуствени торове е един от агротехническите прийоми, който при неправилна употреба би могъл сериозно да наруши екологичното равновесие.

У нас Стоянов и др. (1984) обобщават резултати от прецизни полски опита за установяване влиянието на интензивната химизация върху режима на основните основни хранителни елементи при Черноземите. Стойчев и др. (1988) установяват, че антропогенното въздействие върху Алувиално-ливадна почва влияе съществено върху някои параметри на твърдата фаза на почвата, почвения разтвор, лизиметричните и подпочвени води. Интензивното прилагане на азотни торове е сериозна заплаха за околната среда (Соколов, 1990).

Интензивното земеделско ползване на Слабо Излужен Чернозем в 2-полен сеитбооборот (пшеница – царевица) и 30-годишно системно минерално торене с различни норми и съотношения между азота, фосфора и калия, води до съществена диференциация в съдържанието на хумус – 2,92 до 3,57% в повърхностния слой 0 – 20 cm (Nankova, Kirchev, 2000; Nankova et al., 2005). Целинното състояние на почвата без растителност не се различава съществено от контролата в опита. Съдържанието на хумус в целинния участък под горска растителност превишава контролата в опита с 25,3%, а този под естествена тревиста растителност – с 45,2%. В последния случай е установена и максимална стойност в съдържанието на хумус (4,24%).

Формираните запаси от хумус и общ N в повърхностния слой съществено варират в зависимост от начина на ползване на земята. При обработваемите площи максимален

запас от хумус е формиран при варианта на торене $N_{18}P_{18}K_{12}$, където увеличението спрямо контролата е с 22,3%, а от не обработваемите – при затревено целинно състояние (с 26,6%). Диференциацията в запасите от общ азот при обработваемата площ варира слабо в зависимост от торовите норми. Запасите от общ азот съществено нарастват при целинно състояние под тревиста и горско-тревиста растителност, където увеличението спрямо контролния вариант в опита е съответно със 173,7% и със 107,8%.

Почвеният слой 20 – 40 cm при обработваемите и торени площи се характеризира със запазване и дори слабо увеличаване съдържанието на общ N спрямо повърхностния слой. При хумуса тенденцията към постепенното му намаляване е добре проявена. При целинните площи посочените тенденции са проявени при целина под горска и тревна растителност, а при отсъствието на растителност, съдържанието на изследваните показатели спада рязко.

На дълбочина 40 – 60 cm най-ниско съдържание на общ азот е установено при варианта без обработване и без растителност (черен път) – 82,1% от съдържанието в контролния вариант на стационарния опит. При ежегодното самостоятелно азотно торене с 18 kg N/da общият азот в този слой е 93,3% от този на контролата и е практически еднакъв с установеното съдържание под горска растителност. Балансираното минерално торене в съотношение 1: 1: 1, независимо от размера на изпитаните норми, води до получаването на практически еднакви стойности. Дисперсионният анализ на изследваните показатели показва високата достоверност на установените разлики в зависимост от самостоятелното действие и взаимодействието на факторите в настоящото проучване (табл. 6).

По дълбочина на профила запасите от азот и хумус намаляват постепенно, като намалението на запасите от хумус е по-добре изразено. Степента на обогатеност на хумус с азот, независимо от вида на изследваните варианти, остава ниска.

Интензивното земеделско използване на слабо Излужения Чернозем в опитния участък води до доказани промени в отделните групи и фракции на хумуса в сравнение с ес-

тественото му състояние под различна растителност (табл. 7). Наблюдава се известно повишаване на дела на агресивните фулвокиселини (ФК) в повърхностния слой на целина при горска и тревиста растителност, както и във вариантите на самостоятелно азотно торене. По дълбочина на профила тази тенденция намалява. Общото количество на хумусните киселини във всички изследвани варианти на торовия опит преобладава над установените при целинни условия. Това се отнася, както за абсолютните им стойности, така и за дела им спрямо общия С на почвата. Установено е увеличение на $C_{\text{ХК}}$ при балансирано торене. Делът им спрямо общия С на почвата намалява в повърхностния слой и се увеличава в по-долулежащите слоеве спрямо контролния вариант в стационарния торов опит.

При целинно състояние на Слабо Излужен Чернозем делът на $C_{\text{ХК}}$ спрямо $C_{\text{общ}}$ на почвата нараства, като и в трите изследвани дълбочини е по-висок от този в торовите варианти на стационарния опит. Резултатите показват, че при състояние на целина, независимо от вида ѝ, стойностите на $C_{\text{ФК}}$ са пониски в сравнение с вариантите на интензивна обработка и торене. Тази тенденция се отнася и за тяхното дялово участие в $C_{\text{общ}}$ на почвата. По този начин съотношението $C_{\text{ХК}}/C_{\text{ФК}}$ е силно изместено по посока на $C_{\text{ХК}}$, като определя ясно изразен хуматен характер на хумуса, включително и в случаите под изкуствено създадена горска растителност в полезащитния пояс. Най-големи стойности на $C_{\text{ХК}}$, свързани с Са, са установени при целина под тревна растителност в слоевете 0 – 20 и 40 – 60 cm. Техният относителен дял спрямо $C_{\text{орг}}$ в слоя 0 – 20 cm е по-висок в сравнение със същия при обработка и торене. Най-малък е относителният дял на тази фракция на ХК при вариантите, торени с високи азотни норми, независимо дали са внесени самостоятелно или са балансирани с РК. Делът на хумусните вещества на ранен стадий на хумификация и при трите варианта на целина е значително по-нисък от този при вариантите на земеделското му ползване.

Коментиранията различия между вариантите в стационарния опит и необработваемите целинни участъци влияят силно върху

количеството на $C_{\text{ост}}$. Въглеродът на хумина (абсолютно и относително) при състояние на целина е по-висок от този при вариантите на обработка и торене. Тази тенденция е много добре изразена по цялата изследвана дълбочина при целинно състояние на почвата под тревиста растителност. По този начин неразтворимият остатък на хумуса превъзхожда по абсолютни стойности контролния вариант в опита ($N_0P_0K_0$) със 103,6%, самостоятелното торене с 18 kg N/da – с 98,8% и вариантът на торене $N_{18}P_{18}K_{12}$ – със 77,1%.

Независимо от вида на целинното състояние, Слабо Излуженият Чернозем се характеризира с 48,9% по-високо съдържание на $C_{\text{ост}}$ спрямо неторените, но обработваеми площи – с 45,4% повече спрямо ежегодното самостоятелно азотно торене с 18 kg N/da, и с 29,5% повече спрямо ежегодното торене с $N_{18}P_{18}K_{12}$. Тези резултати показват, че само балансираният внос на минерални торове може да намали минерализацията на органичното вещество при интензивно използване на земята.

В заключение продължителното земеделско ползване на Слабо Излужения Чернозем води до съществено намаляване запасите от общ азот в слоя 0 – 60 cm в сравнение с целинното им състояние. Установено е намаляване и на запасите от хумус, които са между 81,1% ($N_0P_0K_0$) и 92,8% ($N_{18}P_{18}K_{12}$) спрямо установените при целина под тревна растителност. Настъпват промени в груповия и фракционен състав на хумуса, които се изразяват в повишаване на подвижността му. Продължителното земеделско ползване в сравнение с целинно състояние (независимо от вида му) води до намаляване на $C_{\text{ХК-Са}}$ и особено силно на $C_{\text{ост}}$ (Nankova, 2010).

От направената характеристика на съдържанието на $C_{\text{общ}}$ и $C_{\text{орг}}$ в края на 40-та година от залагане на опита, на голяма дълбочина по профила е установено, че системното минерално торене с различни норми и съотношения съществено влияе върху стойностите на редица показатели, характеризиращи състоянието на органичното вещество (Nankova, 2011). Съдържанието на хумус съвсем естествено е най-високо средно за 1-я метър по дълбочина на профила при всички изпитвани варианти (табл. 8).

Вариането в съдържанието му средно за

0 – 100 cm дълбочина е от 2,076% ($N_0P_0K_0$) до 2,648% ($N_{18}P_6K_6$). Диференциацията в стойностите между първите 100 cm и следващите дълбочини в метри са много силно изразени. С най-ниско съдържание на хумус се отличава 3-я метър при всички изпитвани варианти. Единствено при контролния вариант и самостоятелното азотно торене с 18 kg N/da тестът на Waller-Duncan не установява различия между 2-я и 4-я метър. При всички останали варианти е налице диференциация между отделните метри по дълбочина на профила.

Най-съществените промени в съдържанието на хумус, в зависимост от продължителното прилагане на изследваните торови варианти, е установено в горните слоеве на коренообитаемия слой (табл. 9).

Системното самостоятелно азотно торене с нарастващи норми води до повишаване съдържанието на хумус спрямо контролата. Системното внасяне на нормите 12 kg и 18 kg N/da не води до съществени различия в стойностите му. По-значимо увеличение е установено при вариантите с комбинация азот-фосфор и азот-фосфор-калий, където диференциацията помежду им е много добре изразена. Системното 40-годишно внасяне на макроелементи в съотношение 3: 1: 1 при земеделското ползване на опитния участък води до увеличение съдържанието на хумус спрямо контролата с 15%, а на запасите от хумус – със 17%.

Изчислените запаси от хумус към момента на вземане на пробите показват много добре изразена диференциация между торовите варианти и съответно приносът им за тяхното увеличение спрямо контролния вариант (фиг. 6).

Освен вариране в съдържанието на хумус е установено и вариране в стойностите на другия компонент при определяне на запасите – обемната плътност на почвата. По непубликувани данни на Янков (2007) с най-високи стойности на обемната плътност средно за слоя 0 – 60 cm се отличава вариантът със системно внасяне на фосфор (18 kg/da) – 1,43 g/m³, а с най-ниски средни стойности – $N_{18}P_6K_6$ (1,22 g/m³). Това е и основната причина самостоятелното фосфорно торене да се отличава с най-високи средни запаси от хумус.

Установено е, че силата на самостоятелното действие на фактора „дълбочина” върху стойностите на хумуса и неговите запаси е много по-силно изразена в сравнение с тази на фактора „минерално торене” (табл. 10).

Взаимодействието между двата фактора влияе с по-голяма сила върху съдържанието на $C_{\text{общ}}$, респ. хумус и съотношението C/N (атомно). Влиянието на същото е по-силно изразено върху стойността на определените запаси в сравнение със самостоятелното действие на фактора „минерално торене”.

Послойната диференциация в запасите на органично вещество е много добре изразена (табл. 11). В резултат на системното минерално торене при изследваните варианти в слоя 20 – 40 cm са формирани по-големи запаси, както от по-горележащите, така и от по-долулежащите слоеве. Степента на обогатеност на хумуса с азот, независимо от прилаганото минерално торене, е слабо диференцирано по дълбочина и според класификацията на Орлов, Гришина (1981) се определя като „ниска”.

Сравнявайки резултатите за съдържание на $C_{\text{общ}}$ на 30-та и 40-та година от залагане на опита, ясно се вижда намаление в съдържанието на въглерода с нарастване продължителността на торенето (фиг. 7). Това намаление обхваща изцяло изследваните слоеве при контролата и системното самостоятелно азотно торене с 12 kg N/da (Nankova, 2011).

При системното самостоятелно азотно торене с 18 kg N/da се наблюдава слабо повишение в стойностите на $C_{\text{общ}}$ в слоя 0 – 20 cm, но отново е налице намаление в по-долните слоеве. Независимо от балансирания внос на трите макроелемента от норма 12 kg/da, съдържанието на показателя намалява в слоевете 0 – 20 и 20 – 40 cm, като се наблюдава слабо повишение в слоя 40 – 60 cm, което вероятно се дължи на по-голямото количество коренова маса, съсредоточено в този слой.

Запасите от хумус при контролния вариант (1967 г.) при активно земеделско ползване на опитния участък с двуполно редуване на пшеница – царевица, показват тревожна тенденция към намаляване, което особено силно засяга слоевете 20 – 40 cm и 40 – 60 cm (фиг. 8).

Системното минерално торене при дву-

полно редуване на пшеница и царевица оказва силно влияние върху състоянието на органичното вещество на Naplic Chernozems, неговата послойна диференциация и запаса. Като цяло се наблюдава тенденция към намаляване съдържанието на общ въглерод и запасите му, респ. хумус, особено при системно самостоятелно азотно торене с високи норми. Азотът в комбинация с фосфор и калий допринася за повишаване запасите от органично вещество в сравнение със самостоятелното му внасяне и контролния вариант, като по този начин допринася за получаване на положителен баланс на почвеното органично вещество в земеделското производство.

Състоянието, проблемите, значението и опазването на почвените ресурси на страната са обект на постоянно внимание и са в ползрението на много изследователи не само у нас. В глобален мащаб, при бързия темп, с който се увеличава населението на плане-

тата и непрекъснатото намаляване на обработваемите земи, устойчивото управление на почвените ресурси е главен фактор за развитието на аграрната икономика и възпроизводство на селското стопанство.

В заключение може да се обобщи, че формирането на почвените ресурси на Земята е плод на съзидателната роля на природата в продължение на милиони години. Проблемът с изхранването на населението на планетата е провокирал хората постоянно да усъвършенстват агротехническите фактори, влияещи върху производството на селскостопанска продукция. В използването и съхраняването на почвата се отразяват определени социално-икономически взаимовръзки на производствени сили, отношения, и културата на обществото, т. е. неговият натрупан опит и знания, но те трябва да се използват рационално и отговорно.

Литература

Атанасов, И. и др. 1972. Ръководство за практически упражнения по почвознание. Пловдив, с. 51-54

Гърбучев, И. 1967. Влияние на редуването на културите върху почвеното плодородие. *Почвознание и агрохимия*, II, № 3, 81-95

Клочков, Б. 1983. Върху някои теоретични и приложни проблеми на минималните обработки на почвата при излужените черноземи. Автореферат.

Нанкова, М. 1994. Фракционен състав на хумуса на слабо излужен чернозем в зависимост от продължителното минерално торене и типа на сеитбообращението. I. Влияние на минералното торене. *Почвознание агрохимия и екология*, XXXI, том III, 112-114

Нанкова, М., И. Калинов. 1992. Влияние на системите на обработка на почвата върху хумусното състояние на слабо излужен чернозем в района на Добруджа. *Почвознание агрохимия и екология*, v. XXVII, № 2, 40-43

Нанкова, М., И. Калинов. 1992. Проучване влиянието на системите на обработка на почвата в сеитбообращението върху плодородието на слабо излужен чернозем в Добруджа. *Почвознание агрохимия и екология*, v. XXVII, № 3-4, 46-48

Нанкова, М., П. Янков, Ил. Илиев. 2011. Съдържание и запаси на общ въглерод в двуполен сеитбооборот, формирани при системно 40-годишно минерално торене на Naplic Chernozems. Международна конференция „100 години почвена

наука в България”, София, 16-20 май 2011 г., с. 689-694

Нанков, М., П. Янков, Р. Джендова, Е. Пенчев. 2001. Ефект на безотвалните обработки на почвата върху хумусното състояние на слабо излужен чернозем в района на Добруджа. Национална конференция с международно участие „90 години почвознание в България”, София. *Почвознание агрохимия и екология*, № 4-6, 234-236

Нанкова, М., Т. Тонев, Л. Щерева. 1995. Фракционен състав на хумуса на слабо излужен чернозем в зависимост от продължителното минерално торене и типа на сеитбообращението. II. Влияние на типа на сеитбообращението. *Почвознание агрохимия и екология*, XXXI, том III, 115-117

Стойчев, Д., Л. Глогов, Д. Петкова, Д. Стойчева, Д. Донов. 1988. Екологична оценка на някои интензивни фактори при отглеждане на царевицата като монокултура. *Почвознание и агрохимия*, № 1, 5-12

Стоянов, Д., М. Милчева, Е. Нейкова, Е. Икономова. 1984. Влияние на интензивната химизация върху режима на основните хранителни елементи в черноземите. *Почвознание и агрохимия*, № 4, 30-39

Филипов, Хр. 1972. Влияние на торенето върху органичното вещество на излужен чернозем-смолница. *Почвознание и агрохимия*, № 3, 69-75

Филчева, Е. 2004. Сравнителна характеристика на почвите в България по съдържание, състав

и запаси на органичен въглерод. Хабилитационен труд. НЦАН, ИП „Н. Пушкиarov“, София., с. 263

Филчева, Е., С. Кръстанов. 2003а. Хумусът в обработваемите почви на България. I Характеристика на основните почвени различия. *Почвознание агрохимия и екология*, 38, № 4, 41-43

Филчева, Е., С. Кръстанов. 2003б. Хумусът в обработваемите почви на България. II. Регионални особености на хумусните хоризонти на Черноземите. *Почвознание агрохимия и екология*, 38, № 4, 48-50

Филчева, Е. 2007. Почвено органично вещество. Подходи за съхранение на органичния въглерод в почвите. с. 49-55. Устойчиво управление на земите. *Минерва*, София, 160 стр.; ISBN: 978-954-8702-07-2

Янков, П. 2007. Влияние на различните системи за обработка на почвата в сеитбообращението върху някои физични и агрохимични характеристики на слабо излужените черноземи. Дисертация.

Бельчикова, Н. П. 1975. Определения гумуса почви по методу И. В. Тюрина. Агрохимические методы исследования почв. *Наука*, Москва, 56-62

Витер, А. Ф., А. М. Новочихин. 1984. Изменение плодородии обыкновенного чернозема ЦЧЗ под влиянием приемов основной обработки. Вестник сельскохозяйственной науки, 1.

Воазен, А. 1970. Нови научни закони за употреба на торовете. „Христо Г. Данов“, Пловдив.

Лыков, А. М., Б. П. Боинчан, С. М. Вьюгин. 1984. Органическое вещество и плодородие почвы в интенсивном земледелии. Москва.

Лыков, А. М. 1982. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. Москва.

Орлов, Д. С., Л. А. Гришина. 1981. Практикум по химии гумуса. Москва.

Пономарева, В. В. И., Плотнокова, Т. А. 1975. Методические указания по определению содержания и состава гумус в почвах.

Соколов, О. А. 1990. Экологические аспекты применения азотных удобрений. *Агрохимия*, 1, 3-14

FAO. 2006. World Reference Base of Soil Resources. Rome, Italy.

Filcheva, E., T. Boyadgiev. 1997. Evaluation of the methods for soil organic matter determination and its part as a diagnostic feature of the Soil. In: (Lal, R., J. Kimble & R. Follet, eds.). Soil Properties and Their Management for Carbon Sequestration. USDA-Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE, 63-67

Nankova, M., P. Yankov. 1997. Effect of chiseling in crop rotation on the humic condition of slightly leached chernizem, XXVIIth Annual Meeting of ESNA, August 29 - September 2, Ghent, BELGIUM, 26-32

Nankova, M., P. Yankov, E. Penchev, R. Djendova. 1997. Humus fraction composition of the slightly leached chernozem in cheseling according to the size of soil units. 11 th World Fertilizer Congress, 7 - 13 September, 1997, Gent – Belgium, 239-246

Nankova, M., H. Kirchev. 2000. Effect of long-term mineral fertilization on humic condition of the slightly leached chernozem in Dobroudja. First National Conference on Humus Substances and Soil Tillage, 11 - 12 May, Borovec, Bulgaria, p. 61-65

Nankova, M., P. Yankov, E. Penche. 2003. Investigation on the Effect of Ploughing and Some Minimal Soil Tillages on the Condition of Organic Matter in the Slightly Leached Chernozems of Dobroudja. *Bulgarian Journal of Ecological Science (Ecology and Future)*, vol. II, No 3-4, p. 101-102

Nankova, M., R. Djendova, E. Penchev, H. Kirchev, P. Yankov. 2005. Effect of some intensive factors in agriculture on the ecological status of slightly leached chernozems. Proceedings National Conference with International Participation “Management, Use and Protection of Soil Resources”, 15 - 19 May 2005, Sofia, p. 155-159

Nankova, M. 2010. Long-term mineral fertilization and its effect on humus condition of the Haplic Chernozems in Dobroudja. Advances in Natural Organic Mater and Humic Substances Research 2008 – 2010. XV Meeting of the International Humic Substances Society, Puerto de la Cruz, Tenerife, Canary Island, 27 June - 2 July 2010, p. 419-423

Nankova, M., P. Yankov, D. Georgiev, N. Nankov. 2010. Role of some agronomy practices in the nutrition regime of Haplic Chernozems after spring crops. 15th International Symposium on Environmental Pollution and its Impact on Life in the Mediterranean Region: Problems and Solutions, October, 2009, Bary, ITALY; Fresenius Environmental Bulletin, vol. 19, No. 8b, p. 1715-1721

Nankova, M. 2012. Changes in the some agrochemical condition of Haplic Chernozems in the region of Dobrudzha as a result from 40-years systematic mineral fertilization. *Agricultural Science*. ISBN 979-307-481-7

<http://www.intechopen.com/articles/show/title/long-term-mineral-fertilization-and-soil-fertility>, p. 97-118

Panayotova, G. 2005. Influence of 35-year long mineral fertilization over the agro-chemical characteristics of two-way soil profile of Pellic Vertisols. *Soil Science Agrochemistry and Ecology*, vol. XL, p. 66-71 (BG)

Takahaski, S., Anwar, M. 2007. Wheat grain yield, phosphorus uptake and soil phosphorus fraction after 23 years of annual fertilizer application to an Andosol. *Field Crop Research*, 101, 160-171

ЗАДЪЛЖИТЕЛНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ

1. Авторът представя статията за рецензиране от Редакционната колегия на списанието, придружена с протокол от научната секция, или с рецензия, напълно комплектувана и записана на електронен носител (диск, флаш памет), ако не е изпратена по електронна поща.

2. Авторът носи лична отговорност за автентичността на представеното изследване, както и за точността на използваната научна терминология. Езиковото и стиловото оформление на материалите са задължение и отговорност на авторите.

3. Заглавието на статията трябва да бъде написано кратко, точно и без езикови съкращения и да отразява конкретния обект на изследването. Името и фамилията на автора трябва да са изписани изцяло, както и точното наименование на научния институт, или др., където работи, посочва се и адрес за кореспонденция или e-mail.

4. Статията задължително трябва да съдържа резюме (на български и на английски език – с необходимите данни, посочени в т. 3), с обем, не по-повече от 160 думи. В резюмето трябва да са отразени предметът, методът, основните резултати и изводите от представеното изследване; посочват се и ключови думи.

5. Текстът задължително трябва да бъде с шрифт Times New Roman или Arial и във формат за Word for Windows. Графики, фигури – XLS (създадени с MS Excel). Снимки и други илюстрации – TIFF (с резолюция минимум 200 dpi (dot per inch), JPEG (със степен на компресия не по-ниска от 9).

6. Графики, фигури, снимки и други илюстрации се представят задължително с чернобяло изображение, с изключение в случаите, когато отпечатването ще бъде цветно. Авторът заплаща печата на цветните изображения, заявени по негово желание след предварителна калкулация.

7. Таблици и фигури заедно със заглавията към тях се представят отделно от текста на статията. Заглавията на таблиците и фигурите трябва да бъдат изписани на български и на английски език.

8. Фигурите трябва да бъдат максимално изчистени от текст и с размер до 18,2 на 23,6 cm, където е възможно, и не по-голям от формат А4 за карти и схеми. Всички необходими означения се изнасят под основното заглавие на фигурата, написани също на български и английски език.

9. За обозначаване на измерителните единици се използва Международната система за измерителни единици – SI.

10. Прегледът на литературата трябва да отразява съвременното равнище на разглеждания въпрос, като авторите могат да се позовават само на оригинални трудове. При цитиране на литература в текста се посочва само автор – година, а когато броят на цитираните автори е повече от двама се посочва само първият от тях, последвано от „и др.“ – година. Ако се цитират изследванията на различни автори по един и същи въпрос, подреждането им се прави в хронологичен ред.

11. Библиографията трябва да посочва имената на авторите и литературните източници без грешки и по азбучен ред – първо на кирилица (български автори; руски автори), а след това – на латиница. Посочва се само литературата, която е цитирана в текста. При цитиране задължително се посочват: на периодични издания: автор, година, заглавие на статията, наименование на изданието, том, №, стр. (от-до); на книги: автор, година, заглавие, издателството, град, стр. (от-до); на дисертации, автореферати и хабилитационни трудове: автор, година, заглавие, институт, град, стр.; на материали от конгреси и симпозиуми: автор, година, тема, заглавие, дата и място на провеждане.

12. Научни трудове, които не отговарят на посочените по-горе изисквания, се връщат на авторите за корекция.

13. Не се приемат за публикуване статии, които са част от вече защитени дисертации, както и материали, които са под печат или са отпечатани в други издания.

14. Редакционната колегия на списанието, съгласно определените ѝ правомощия, взема окончателното решение конкретно за всеки рецензиран и докладван материал въз основа на становището на определения от нея рецензент.

15. Коректури се преглеждат от авторите за не по-късно от 2 дни след известие от редакцията. За коректури, които не са изчетени от автора, отговаря зам.-отг. редактор на списанието.

16. Всеки автор има право да получи на .pdf формат броя от съответната книжка, в която е отпечатана статията му.

17. Всички материали от проведени тематични научни конференции, както и статии на автори от научни организации извън системата на Селскостопанската академия, одобрени от редакционната колегия за публикуване в списанието, се заплащат преди отпечатването по единна тарифа за научните издания на ССА (на база стандартна страница – 1800 знака).

Забележка. При неспазване на посочените изисквания не се дава ход на материалите. Ръкописи не се връщат. Редакцията не носи отговорност за непотърсени до 6 (шест) месеца статии.