

УДК 631.472.56:631,5]:633(470.62)

UDC 631.472.56:631,5]:633(470.62)

ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО АЗОВО-КУБАНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

CHANGING OF HUMUS CONDITION OF LEACHED BLACK SOIL OF AZOV-KUBAN LOWLAND WHEN CULTIVATING FIELD CROPS USING ALTERNATIVE TECHNOLOGIES

Терпелец Виктор Иванович
д.с.-х.н., профессор

Terpelets Viktor Ivanovich
Dr.Sci.Agr., professor

Плитель Юлиа Сергеевна
аспирант

Plitin Julia Sergeevna
postgraduate student

Баракина Евгения Евгеньевна
к.с.-х.н., ст.преподаватель
Кубанский государственный аграрный университет, г. Краснодар, Россия

Barakina Evgenia Evgenievna
Cand.Agr.Sci., assistant professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В длительном многофакторном полевом опыте агроэкологического мониторинга показано изменение содержания, состава и баланса гумуса в черноземе выщелоченном при возделывании полевых культур различными технологиями на Азово-Кубанской низменности

In the article, we present a long-continued multiple-factor field experiment of agroecological monitoring to show the change of composition and balance of humus in leached black soil when cultivating field crops on Azov-Kuban lowland using different technologies.

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЕМ ВЫЩЕЛОЧЕННЫЙ, СОДЕРЖАНИЕ, СОСТАВ И БАЛАНС ГУМУСА, АЗОВО-КУБАНСКАЯ НИЗМЕННОСТЬ, ПОЛЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ, АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Keywords: BLACK LEACHED SOIL, CONTENT, COMPOSITION AND BALANCE OF HUMUS, AZOV-KUBAN LOWLAND, FIELD CROPS, ALTERNATIVE TECHNOLOGIES

Краснодарский край является крупным сельскохозяйственным регионом Российской Федерации с разнообразным почвенным покровом. Наибольшую площадь среди почв края (4084 тыс. га или 54,1 % от общей площади) занимают самые плодородные почвы – черноземы обыкновенные, типичные и выщелоченные, сформировавшиеся на Азово-Кубанской низменности. Сельскохозяйственные угодья на этих почвах составляют 3148,6 тыс. га, в том числе под пашней находится 2959,5 тыс. га. Черноземы выщелоченные распространены, в основном, в южной части Азово-Кубанской низменности, прилегающей к правобережью реки Кубань, на площади 240,7 тыс.га (сельскохозяйственные угодья составляют – 213,5, пашня – 160,2 тыс. га). Следовательно, черноземы в крае имеют огромное производственное значение. Однако, длительная

научно необоснованная интенсивная эксплуатация черноземов, привела к дисбалансу между потенциальным и эффективным плодородием, с последующими негативными экологическими последствиями. За последние 40-50 лет потеря гумуса в черноземах Азово-Кубанской низменности превысила 30% от его исходного содержания, что значительно ухудшило их агрофизические, агрохимические и микробиологические свойства [1,2,6].

Следовательно, в настоящее время большое значение приобретает изучение способов воспроизводства и повышения плодородия черноземов и, в первую очередь, их гумусового состояния при различных альтернативных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур.

В статье приведены результаты многолетних исследований, на основании которых дана оценка современного гумусового состояния чернозема выщелоченного агроэкологического мониторинга в зависимости от возделывания полевых культур различными технологиями. Результаты исследований будут использованы для разработки рекомендаций по его улучшению, воспроизводству плодородия черноземов и повышению продуктивности земельных угодий.

Исследования проводились на опытном поле учхоза «Кубань» в длительном многофакторном опыте агроэкологического мониторинга по четырем факторам: А — плодородие почвы, В — система удобрения, С — система защиты растений и D — система основной обработки почвы в звене типичного для Центральной зоны Краснодарского края 11-польного зерноотравно-пропашного севооборота.

В полевом опыте на основе существующих нормативных показателей запланировано четыре уровня плодородия чернозема выщелоченного внесением в почву при A_1 — 200 кг/га P_2O_5 и 200 т/га подстильного

навоза. Для создания фона A_2 доза удобрений удваивалась, а фона A_3 — утраивалась. A_0 — естественный фон.

Диапазоны доз удобрений определены на основе балансового метода с учетом планируемой урожайности, требуемого качества продукции, заданных темпов повышения плодородия почв, благоприятного состояния окружающей среды: B_0 — без удобрений, B_1 — минимальная доза удобрения (91 кг/га д. в. NPK и 4,5 т/га полуперепревшего навоза), B_2 — средняя доза (удваивалась) и B_3 — высокая доза (возрастала в четыре раза к B_1).

Третьим фактором, изучаемым в опыте, является система защиты растений: C_0 —без применения средств защиты, C_1 — биологическая система защиты от вредителей и болезней, C_2 — интегрированная система защиты растений от сорняков, C_3 — интегрированная система защиты растений от вредителей, болезней и сорняков.

Четвертым фактором, изучаемым в опыте, является система основной обработки почвы. При этом приняты три варианта: D_1 — безотвальная (почвозащитная), D_2 —зональная (рекомендуемая) и D_3 — отвальная с глубоким рыхлением почвы до 70 см дважды в ротацию (за 11 лет).

Схема опыта была представлена частью выборки из полной схемы многофакторного полевого опыта (4x4x4)x3 и включала 12 вариантов из 48 имеющихся в опыте вариантов с условным названием агротехнологий: 000 (экстенсивная технология), 111 (беспестицидная), 222 (экологически допустимая), 333 (интенсивная) – на трех изучаемых системах основной обработки почвы (D_1 , D_2 , D_3)Площадь делянки: общая—105 м², учетная — от 34,0 до 47,6 м² в зависимости от культуры звена севооборота. Повторность опыта трехкратная, расположение делянок систематическое.

Отбор почвенных образцов проводился из делянок опытного поля всех 12 вариантов в летний период вегетации полевых культур в слое 0-

100 см через каждые 20 см.

Исследованиями установлено, что минимализация системы основной обработки и интенсификация технологии возделывания озимой пшеницы способствовали увеличению содержания гумуса в пахотном слое чернозёма выщелоченного.

Наибольшее содержание гумуса в верхних слоях исследуемой почвы наблюдалось при использовании всех агротехнологий с применением безотвальной системы основной обработки почвы (D_1). Это объясняется тем, что безотвальный способ основной обработки почвы, приближая почву к естественным условиям, способствует гораздо более значительному накоплению органического вещества. При применении вспашки с оборотом пласта (D_2 и D_3) растительные остатки запахиваются в нижний слой почвы, а подпахотный слой выносится наверх. В результате такого перемещения и хорошей аэрации почвы, во всем пахотном слое усиливается интенсивность минерализации органического вещества почвы.

При безотвальной обработке основная масса растительных остатков находится в верхнем слое, что, при достаточной влажности почвы, активизирует в нем деятельность микроорганизмов. В нижележащих горизонтах, в результате постепенного уплотнения и обеднения органическим веществом, микробиологическая активность снижается, что замедляет разложение в них гумуса[4].

Технология возделывания озимой пшеницы также оказывает немаловажное влияние на процессы гумусонакопления. При экстенсивной технологии при всех системах обработки почв (0001, 0002, 0003) возделывания культур на фоне низкой продуктивности растений и ограниченном поступлении в почву растительных остатков, почвенные микроорганизмы испытывают недостаток углерода и азота, что приводит к использованию ими органического вещества почвы, поэтому содержание

гумуса в этом случае минимально. Под влиянием вносимых удобрений наибольшее увеличение содержания гумуса в пахотном горизонте наблюдается при тройных дозах вносимых удобрений, а отличий между одинарной и двойной дозами практически нет (табл. 1).

Таблица 1 – Содержание и баланс гумуса в пахотном слое (0-20 см) чернозема выщелоченного при возделывании полевых культур альтернативными технологиями

Индекс технологии*	Содержание гумуса, % (числитель)/ баланс гумуса, т/га (знаменатель)					Среднее содержание гумуса за 2008-2012 гг., %
	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	
	оз.пш. «Фортуна»	люцерна +ячмень	люцерна 2 года	люцерна 3 года	оз.пш. «Юка»	
0001	<u>3,35</u> -0,12	<u>3,30</u> +1,51	<u>3,61</u> +2,14	<u>3,87</u> +1,87	<u>3,31</u> -0,28	3,49
1111	<u>3,60</u> -0,35	<u>3,24</u> +1,59	<u>3,86</u> +2,09	<u>3,93</u> +1,72	<u>3,47</u> -0,27	3,62
2221	<u>3,40</u> -0,18	<u>3,55</u> +1,76	<u>3,91</u> +2,23	<u>3,81</u> +1,73	<u>3,55</u> -0,13	3,64
3331	<u>4,05</u> +0,02	<u>3,74</u> +1,82	<u>4,08</u> +2,26	<u>4,17</u> +1,79	<u>3,80</u> +0,01	3,97
0002	<u>3,35</u> -0,12	<u>3,15</u> +1,25	<u>3,46</u> +1,89	<u>3,56</u> +1,87	<u>3,24</u> -0,27	3,35
1112	<u>3,55</u> -0,35	<u>3,25</u> +1,59	<u>3,65</u> +2,06	<u>3,68</u> +1,76	<u>3,40</u> -0,29	3,51
2222	<u>3,00</u> -0,18	<u>3,08</u> +1,66	<u>3,41</u> +2,15	<u>3,31</u> +1,97	<u>3,49</u> -0,14	3,26
3332	<u>3,60</u> +0,02	<u>4,03</u> +1,87	<u>4,15</u> +2,32	<u>4,18</u> +1,84	<u>3,72</u> +0,01	3,94
0003	<u>3,00</u> -0,22	<u>3,10</u> +1,26	<u>3,10</u> +1,72	<u>3,25</u> +1,85	<u>3,11</u> -0,28	3,11
1113	<u>3,35</u> -0,35	<u>3,26</u> +1,51	<u>3,11</u> +1,91	<u>3,46</u> +1,94	<u>3,26</u> -0,29	3,29
2223	<u>4,00</u> -0,18	<u>3,52</u> 1,65	<u>3,25</u> +2,04	<u>3,50</u> +1,77	<u>3,42</u> -0,13	3,54
3333	<u>4,05</u> +0,01	<u>3,73</u> +1,94	<u>4,02</u> +2,16	<u>4,06</u> +1,74	<u>3,56</u> +0,01	3,88
НСР ₀₅ (содержание гумуса)	0,15	0,10	0,17	0,19	0,09	

Индекс технологии*: 1-я цифра – уровень плодородия почвы; 2 – система удобрений; 3– система защиты растений; 4 – система основной обработки почвы.

Интенсификация агротехнологий под обеими культурами

способствовала усилению процессов гумификации. Внесение органических и минеральных удобрений незначительно повысило содержание гумуса в почве, что, в свою очередь, оказало влияние на урожайность озимой пшеницы. Соответственно, увеличилось и количество пожнивных остатков в почве, что способствовало дальнейшему усилению процессов гумусообразования.

Процесс накопления гумуса в значительной степени связан с урожайностью сельскохозяйственных культур. На основании урожайных данных был рассчитан баланс гумуса за период с 2008 по 2012 годы на черноземе выщелоченном агроэкологического мониторинга. Расчет основан на выносе урожаем азота, извлеченного из органического вещества почвы, потерь при минерализации и накопления в результате разложения растительных остатков.

Расчет баланса гумуса проводился за ротацию как разность между его увеличением за счет поживно-корневых остатков, органических удобрений и потерями при минерализации. Исходным материалом являются данные урожайности сельскохозяйственных культур севооборота. Минерализация гумуса ориентировочно была определена по расходу почвенного азота на формирование урожая.

Исследованиями установлено, что однократное внесение высоких доз навоза, рассчитанных на создание высокого гумусового фона, не достигло цели. Внесение высоких доз навоза за ротацию для создания повышенного (400 т/га) и высокого (600 т/га) уровня плодородия не способствовало повышению содержания гумуса до расчетных величин и составило, соответственно, 3,17-3,53 % и 3,59-3,62 %.

Расчеты баланса гумуса в исследуемой почве показали (табл.1), что минерализация гумуса несколько увеличивается с ростом интенсификации технологий и интенсивности основной обработки почвы составляет в пределах 0,98-2,04 т/га. Аналогичная тенденция прослеживается и в

приходной части баланса, однако различия несколько больше 0,36-2,51 т/га. Бездефицитный баланс гумуса складывается при экологически допустимой (222), но еще в большей степени при интенсивной (333) технологии возделывании сельскохозяйственных культур, в первую очередь, под многолетними травами.

Расчет корреляционной связи между факторами агротехнологий и содержанием гумуса в пахотном слое чернозема выщелоченного показывает (табл. 2), что при возделывании озимой пшеницы наибольшую долю влияния (27,7 %) оказывал фактор А – уровень плодородия почвы.

Таблица 2 – Регрессионная зависимость содержания гумуса в пахотном слое (0-20 см) чернозёма выщелоченного от факторов агротехнологий при возделывании озимой пшеницы

Годы исследования	Свободный член уравнения	Доля влияния (числитель, %) и коэффициенты регрессии (знаменатель) по факторам				Множественный коэффициент корреляции
		А	В	С	Д	
2008-2010	3,63	$\frac{27,7^*}{0,44}$	$\frac{0,6}{0,01}$	$\frac{16,2}{0,27}$	$\frac{31,2}{-0,56}$	0,95

* – Доля влияния существенна на 5 %-ном уровне.

Наряду с содержанием общего гумуса в черноземе выщелоченном значительное влияние на его гумусовое состояние и, в целом, плодородие оказывает и качественный состав гумуса, главным критерием которых является групповой и фракционный состав [3].

Результаты исследований 2013 г., характеризующие состав гумуса чернозема выщелоченного по слоям до 100 см под озимой пшеницей (по предшественнику люцерна 3 года) при зональной системе обработки почвы (D₂) приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Состав гумуса чернозема выщелоченного под озимой пшеницей, возделываемой различными агротехнологиями (2013 г.)

Индекс технологии	Глубина отбора образца, см	Общий гумус, %	Общий углерод, %	Углерод гумусовых веществ						C _r /C _ф
				Извлекаемых 0,1 м Na ₄ P ₂ O ₇ +0,1н NaOH	гуминовые кислоты			фульвокислоты	остаток	
					всего	свободные связанные с R ₂ O ₃	связанные с Са			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0002	0-20	3,21	1,86	<u>0,91</u> 48,92	<u>0,98</u> 52,69	<u>0,09</u> 4,84	<u>0,89</u> 47,85	<u>0,32</u> 17,20	<u>0,56</u> 30,11	3,06
	20-40	2,74	1,59	<u>0,70</u> 44,03	<u>0,82</u> 51,57	<u>0,11</u> 6,92	<u>0,71</u> 44,65	<u>0,28</u> 17,61	<u>0,49</u> 30,82	3,04
	40-60	2,17	1,26	<u>0,62</u> 49,21	<u>0,61</u> 48,41	<u>0,10</u> 7,94	<u>0,51</u> 40,48	<u>0,28</u> 22,22	<u>0,37</u> 29,37	2,15
	60-80	2,02	1,17	<u>0,50</u> 42,74	<u>0,48</u> 41,03	<u>0,07</u> 5,98	<u>0,41</u> 35,04	<u>0,28</u> 23,93	<u>0,41</u> 35,04	1,73
	80-100	1,76	1,02	<u>0,48</u> 47,06	<u>0,42</u> 41,18	<u>0,10</u> 9,80	<u>0,32</u> 31,37	<u>0,22</u> 21,57	<u>0,38</u> 37,25	1,84
1112	0-20	3,36	1,95	<u>0,97</u> 49,74	<u>1,07</u> 54,87	<u>0,13</u> 6,67	<u>0,94</u> 48,21	<u>0,38</u> 19,49	<u>0,50</u> 25,64	2,82
	20-40	2,74	1,59	<u>0,78</u> 49,06	<u>0,84</u> 52,83	<u>0,15</u> 9,43	<u>0,69</u> 43,40	<u>0,32</u> 20,13	<u>0,43</u> 27,04	2,60
	40-60	2,63	1,52	<u>0,72</u> 47,37	<u>0,67</u> 44,08	<u>0,11</u> 7,24	<u>0,56</u> 36,84	<u>0,36</u> 23,86	<u>0,49</u> 32,24	1,84
	60-80	2,26	1,31	<u>0,63</u> 48,09	<u>0,53</u> 40,46	<u>0,12</u> 9,16	<u>0,41</u> 31,30	<u>0,41</u> 31,30	<u>0,37</u> 28,24	1,29

	80-100	2,11	1,22	<u>0,58</u> 47,54	<u>0,48</u> 39,34	<u>0,08</u> 6,56	<u>0,40</u> 32,79	<u>0,42</u> 34,43	<u>0,32</u> 26,23	1,15
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2222	0-20	3,55	2,06	<u>0,99</u> 48,06	<u>1,18</u> 57,28	<u>0,14</u> 6,80	<u>1,04</u> 50,49	<u>0,45</u> 21,84	<u>0,43</u> 20,87	2,61
	20-40	2,74	1,59	<u>0,81</u> 50,94	<u>0,88</u> 55,35	<u>0,10</u> 6,29	<u>0,78</u> 49,06	<u>0,41</u> 25,79	<u>0,30</u> 18,87	2,15
	40-60	2,62	1,52	<u>0,78</u> 51,32	<u>0,76</u> 50,00	<u>0,15</u> 9,87	<u>0,61</u> 40,13	<u>0,51</u> 33,55	<u>0,25</u> 16,45	1,49
	60-80	2,37	1,37	<u>0,62</u> 45,26	<u>0,58</u> 42,34	<u>0,09</u> 6,57	<u>0,49</u> 35,77	<u>0,34</u> 24,82	<u>0,45</u> 32,85	1,68
	80-100	1,90	1,10	<u>0,60</u> 54,55	<u>0,50</u> 45,45	<u>0,10</u> 9,09	<u>0,40</u> 36,36	<u>0,48</u> 43,64	<u>0,12</u> 10,91	1,04
3332	0-20	3,77	2,19	<u>1,08</u> 49,32	<u>1,02</u> 46,58	<u>0,09</u> 4,11	<u>0,93</u> 42,47	<u>0,52</u> 23,74	<u>0,65</u> 29,68	1,94
	20-40	2,84	1,65	<u>0,91</u> 55,15	<u>0,76</u> 46,06	<u>0,12</u> 7,27	<u>0,64</u> 38,79	<u>0,33</u> 20,00	<u>0,56</u> 33,94	2,32
	40-60	2,80	1,62	<u>0,86</u> 53,09	<u>0,69</u> 42,59	<u>0,11</u> 6,79	<u>0,58</u> 35,80	<u>0,53</u> 32,72	<u>0,40</u> 24,69	1,29
	60-80	2,42	1,50	<u>0,72</u> 48,00	<u>0,70</u> 46,67	<u>0,10</u> 6,67	<u>0,60</u> 40,00	<u>0,62</u> 41,33	<u>0,18</u> 12,00	1,12
	80-100	2,09	1,21	<u>0,64</u> 52,89	<u>0,49</u> 40,50	<u>0,08</u> 6,61	<u>0,41</u> 33,88	<u>0,50</u> 41,32	<u>0,22</u> 18,18	0,97
НСР ₀₅	0-20	0,12	0,09							
АВСД	20-40	0,14	0,04							
	40-60	0,29	0,21							
	60-80	0,12	0,18							
	80-100	0,17	0,15							

Из полученных данных следует, что содержание гумуса и общего углерода в пахотном слое чернозема выщелоченного под озимой пшеницей во всех вариантах опыта составляет соответственно 3,21-3,77 % и 1,86- 2,19 %. Сравнивая содержание гумуса и общего углерода в слое 0—20 см, можно заметить достоверное увеличение их содержания при интенсификации агротехнологий. Такая же тенденция наблюдалась во всех вариантах опыта и в нижележащих слоях почвы.

В конце второй ротации 11-польного зернотравяно-пропашного севооборота агроэкологического мониторинга в групповом составе гумуса чернозема выщелоченного наблюдается такая же закономерность, как и в конце первой ротации[5]: гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами и также наблюдается более высокое содержание углерода гумусовых веществ связанных с кальцием, особенно в слоях 0-20 и 20-40 см. Однако, количество негидролизуемого остатка (гуминов) в составе гумуса исследуемой почвы при использовании агротехнологий с повышенным уровнем плодородия заметно ниже.

В содержании углерода гуминовых кислот чернозема выщелоченного по вариантам опыта наблюдается в основном такая же тенденция, как и в содержании гумусовых веществ. Степень гумификации органического вещества в пахотном слое большинства вариантов является высокой и очень высокой, так как содержание углерода гуминовых кислот по отношению к общему углероду составляет от 30,43 до 47,50%. С глубиной этот показатель постепенно закономерно уменьшается. Содержание свободных гуминовых кислот и связанных с подвижными полуторными окислами (процент к сумме гуминовых кислот) во всех слоях чернозема выщелоченного характеризуется как очень низкое (меньше 20%).

На основании проведенных исследований установлено, что в конце второй ротации при использовании различных агротехнологий с зональной

системой обработки почвы, как и после первой ротации, чернозем выщелоченный в пахотном и подпахотном слое относится к гуматному и реже фульватно-гуматному типу гумуса (1,94-3,06). С глубиной из-за вертикальной миграции фульвокислот отношение углерода гуминовых кислот к углероду фульвокислот также уменьшается.

Следовательно, использование чернозема выщелоченного в зависимости от применяемых агротехнологий сопровождается не только потерей части гумуса, но и приводит к качественному изменению его гумусного состояния.

Таким образом, при возделывании полевых культур различными альтернативными агротехнологиями (2008-2012 гг.) темпы минерализации гумуса зависели в основном от культур и их урожайности, применения минеральных и органических удобрений, способов и интенсивности основной обработки почвы. Использование безотвальной системы основной обработки почвы (D₁) при возделывании полевых культур экологически допустимой (222) и интенсивной (333) технологиями способствовало более благоприятному гумусовому состоянию чернозема выщелоченного. Однако, однократное внесение высоких доз органических удобрений (навоза) за ротацию севооборота, не способствует созданию высокого гумусового фона в черноземе выщелоченном Азово-Кубанской низменности.

Литература

1. Громовик А.И. Трансформация и динамика активных компонентов в составе гумуса черноземов выщелоченных при разных антропогенных нагрузках // Докл. Рос.акад. с.-х. наук. 2012. №1. С. 30-33.
2. Донских И.Н. Элементный состав гуминовых кислот выщелоченного чернозема при длительном применении разных систем удобрения в условиях Центрального Черноземного района РФ. /Донских И.Н., АвадРаедАвад, Стекольников К.Е., Мязин Н.Г//Изв. С.-Петербург.аграр. ун-та. 2010. №18. С. 48-52,294, 304.
3. Куликова А.Х. Влияние систем основной обработки почвы на содержание и качественный состав гумуса чернозема выщелоченного/Куликова А.Х., Захаров Н.Г.// Плодородие. 2010. №5. С. 19-20.

4. Малюга Н.Г. Влияние культур севооборота и агротехнологий на содержание и баланс гумуса в черноземе выщелоченном равнинного агроландшафта/Малюга Н.Г., Терпелец В.И., Аветянц Л.Х., Бузоверов А.В., Загорулько А.В., Пинчук А.П., Югов А.В., Горковенко Л.Г. //Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края: сборник научных работ. 2008. С.44-48.
5. Терпелец. В. И. Оценка современного состояния чернозёмов выщелоченных в условиях агроэкологического мониторинга/В. И. Терпелец, В. Г. Живчиков // Труды КубГАУ. 1999. № 373 (401). С.66-80.
6. Liu X. Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation – a review. Liu X., Herbert S. J., Hashemi A. M., Zhang X., Ding G. Plant, Soil and Environ. 2006.52, №12 с.531-543.

References

1. Gromovik A.I. Transformacija i dinamika aktivnyh komponentov v sostave gumusa chernozemov vyshhelochennyh pri raznyh antropogennyh nagruzkah //Dokl. Ros.akad. s.-h. nauk. 2012. №1. S. 30-33.
2. Donskih I.N. Jelementnyj sostav guminovyh kislot vyshhelochennogo chernozema pri dlitel'nom primenenii raznyh sistem udobrenija v uslovijah Central'nogo Chernozemnogo rajona RF. /Donskih I.N., AvadRaedAvad, Stekol'nikov K.E., Mjazin N.G//Izv. S.-Peterburg.agrar. un-ta. 2010. №18. S. 48-52,294, 304.
3. Kulikova A.H. Vlijanie sistem osnovnoj obrabotki pochvy na sodержanie i kachestvennyj sostav gumusa chernozema vyshhelochennogo/Kulikova A.H., Zaharov N.G.// Plodorodie. 2010. №5. S. 19-20.
4. Maljuga N.G. Vlijanie kul'tur sevooborota i agrotehnologij na sodержanie i balans gumusa v chernozeme vyshhelochennom ravninного агроландшафта/Maljuga N.G., Terpelec V.I., Avetjanc L.H., Buzoverov A.V., Zagorul'ko A.V., Pinchuk A.P., Jugov A.V., Gorkovenko L.G. //Агроэкологический мониторинг в земледелии Краснодарского края: сборник научных работ. 2008. S.44-48.
5. Terpelec. V. I. Ocenka sovremennogo sostojanija chernozjomov vyshhelochennyh v uslovijah agrojekologicheskogo monitoringa/V. I. Terpelec, V. G. Zhivchikov // Trudy KubGAU. 1999. № 373 (401). S.66-80.
6. Liu X. Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation – a review. Liu X., Herbert S. J., Hashemi A. M., Zhang X., Ding G. Plant, Soil and Environ. 2006.52, №12 s.531-543.