

УДК 631.417.2:631.51.01:631.872:631.445.25

DOI 10.48612/vch fe5z-f7pk-uuab

РОЛЬ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДЕСТРУКТОРОВ СОЛОМЫ В ИЗМЕНЕНИИ СОДЕРЖАНИЯ И КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА СВЕТЛО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. А. Богомолова¹⁾, В. В. Ивенин¹⁾, А. В. Ивенин¹⁾, Н. А. Минеева¹⁾, Л. Г. Шашкаров²⁾

¹⁾Нижегородский государственный агротехнологический университет,

603107, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

²⁾Чувашский государственный аграрный университет,

428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Гумус, как основное органическое вещество, обуславливает агрономически ценные свойства и продуктивность почвы. Исследования проводили с целью определения влияния ресурсосберегающих технологий и деструкторов соломы на качественный состав гумуса на светло-серой лесной почве в условиях Нижегородской области Российской Федерации. Работу выполняли в 2014-2022 гг. в условиях стационарного полевого опыта. За годы исследований произошло достоверное увеличение содержания гумуса с 1,50% до 1,89-2,13%. Применение ресурсосберегающих технологий и деструкторов соломы привело к расширенному воспроизводству плодородия почвы. Авторы статьи отметили изменение фракционно-группового состава гумуса, что в свою очередь положительно влияет на повышение содержания гуминовых кислот и в составе гумуса снижает количество фульвокислот, в результате чего тип гумуса переходит из гуматно-фульватного в фульватно-гуматный и даже гуматный. Различные системы обработки почвы и удобрений с ежегодной заделкой всех растительных остатков возделываемых сельскохозяйственных культур в течение 8 лет привели к снижению суммы фульвокислот по всем вариантам опыта, как за счет наиболее лабильной фракции ФК-1 (с 22,9 до 14,0-19,9%), так и за счет фракции ФК-2 (с 9,2 до 1,2-7,0%). Содержание гуминовых кислот в составе гумуса изменяется в меньшей степени, однако отмечается перераспределение их фракций в результате механических обработок: ГК-1 по всем вариантам опыта снижается, но при этом увеличивается количество гуминовых кислот, связанных с кальцием. В целом такие изменения в составе гумуса приводят к увеличению соотношения $C_{ГК}:C_{ФК}$ по сравнению с 2014 годом, тип гумуса изменяется почти во всех вариантах опыта в сторону фульватно-гуматного, а в некоторых вариантах – гуматного.

Ключевые слова: система обработки почвы, деструктор соломы, растительные остатки, органическое вещество, гумус, баланс, фракционно-групповой состав.

Введение. На сегодняшний день одной из важнейших проблем сельского хозяйства является истощение почвенного покрова, вызванное чрезмерной антропогенной нагрузкой [8], [1], [11]. Органическое вещество является наиболее значимым показателем, определяющим уровень почвенного плодородия. Органическое вещество формирует и поддерживает свойства и функции почвы и является основным важным фактором формирования стабильного урожая полевых культур [4], [3], [9]. В этой связи особую актуальность приобретает проблема сохранения и накопления в пахотных почвах органического вещества.

Система обработки почвы является мощным фактором, влияющим на интенсивность процессов минерализации и гумификации растительных остатков [5], [10], [2]. Такую научную работу возможно провести только в длительных полевых опытах с применением разнообразных агроприемов.

Цель работы – изучить влияние систем основной обработки почвы, минеральных и биоудобрений на динамику органического вещества и его качественный состав в условиях Нижегородской области.

Материалы и методы исследования. С 2014 по 2022 гг. были проведены исследования по изучению влияния систем основной обработки почвы, минеральных и биоудобрений на динамику органического вещества и его качественный состав в условиях Нижегородской области.

2-факторный полевой опыт заложили по схеме:

Фактор А – система основной обработки почвы: 1. традиционная культурная вспашка (ТО) на глубину 20-22 см (контроль); 2. безотвальная «глубокая» вспашка (БГО) на глубину 20-22 см; 3. безотвальная «мелкая» обработка (БМО) стерневым культиватором Pottinger на глубину 14-16 см; 4. минимальная обработка (МО) почвы дисковой бороной ХМ 44660 NOTHAD на глубину 10-12 см; нулевая обработка (НО).

Фактор В – система удобрений: 1. солома без удобрений (контроль); 2. солома + N (аммиачная селитра) 10 кг/т соломы; 3. солома + фон ($N_{60}P_{60}K_{60}$); 4. солома + фон + N (аммиачная селитра) 10 кг/т соломы; 5. солома + фон + биопрепарат Стимикс®Нива; 6. солома + биопрепарат Стимикс®Нива.

Биопрепарат Стимикс®Нива содержит в своем составе соли гуминовых кислот и биологически активные вещества. По своим заявленным характеристикам этот препарат ускоряет перегнивание растительных остатков, подавляет рост патогенной бактериальной и грибной микрофлоры на соломе и в почве, улучшает минеральное питание растений, а также оказывает разуплотняющее влияние на почву.

Опыт заложен в соответствии с общепринятыми методиками (Б.А. Доспехов, 1985) в четырехкратной повторности. Размещение вариантов систематическое. Общая площадь делянки 192 м² (8×24 м), учетная – 132 м² (6×22 м). Отбор почвенных проб проводился в осенний период после уборки сельскохозяйственной культуры. В почвенных образцах определяли содержание общего гумуса по Тюрину, расчет баланса гумуса

проводили по А.М. Лыкову (А.М. Лыков, 1982) и по методике НИИСХ Северо-Востока (Методика разработки..., 2000).

Статистическая обработка результатов исследований проведена с использованием метода дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985) при помощи программного пакета Microsoft Office Excel.

Результаты исследования. На момент закладки опыта в 2014 году содержание гумуса в пахотном слое почвы составляло 1,55-1,60%; к 2022 году оно находилось в интервале от 1,43 до 2,21% в зависимости от вида обработок и удобрений (табл. 1).

По сравнению с первоначальным состоянием содержание гумуса на контрольном варианте имеет некоторую тенденцию к снижению при традиционной обработке почвы (1,43%).

Ресурсосберегающие системы обработки почвы по варианту без внесения удобрений сдерживают процесс минерализации органического вещества, в результате чего его значения увеличиваются на 0,12-0,23% от исходного, достигая своего максимума по технологии прямого посева.

Таблица 1 – Изменение содержания гумуса светло-серой лесной почвы под влиянием систем обработок и удобрений, %

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)						Среднее по факт. А
	контроль	N ₁₀	фон	фон+ N ₁₀	фон + БП	БП	
2014 г.	1,55-1,60						
1. Традиционная	1,43	1,55	1,65	1,78	1,63	1,72	1,63
2. Безотвальная «глубокая»	1,72	1,78	2,02	1,98	1,99	1,86	1,89
3. Безотвальная «мелкая»	1,74	2,15	2,15	2,21	2,12	2,11	2,08
4. Минимальная	1,76	1,89	2,06	2,12	2,05	2,02	1,98
5. Нулевая	1,83	1,79	1,99	2,33	2,05	1,98	2,00
Среднее по факт. В	1,70	1,83	1,97	2,08	1,97	1,94	1,92
НСР ₀₅ (фактор А)	0,01						
НСР ₀₅ (фактор В)	0,01						
НСР ₀₅ (фактор АВ)	0,03						

Традиционная вспашка плугом с предплужником на глубину 20 см обеспечивал наибольшее содержание гумуса по фону минеральных удобрений с применением деструктора соломы аммиачной селитры в дозе 10 кг/т (1,78%). Использование полных доз элементов минерального питания до 60 кг д.в./га совместно с биопрепаратом Стимикс®Нива снижает количество гумуса на 0,13 и 0,15% соответственно. Применение деструкторов соломы по естественному фону неоднозначно повлияло на процесс гумификации органического вещества в светло-серой лесной почве: аммиачная селитра увеличивает содержание гумуса относительно контроля на 0,12%, тогда как биопрепарат Стимикс®Нива расширяет его воспроизводство на 0,29%.

Ресурсосберегающие обработки почвы способствуют лучшему сохранению и накоплению гумуса в почве, чем ежегодная вспашка. Замена осенней культурной вспашки на безотвальные «глубокую» и «мелкую» обработки выявила стойкую тенденцию повышения гумуса в почве. При этом, в среднем по фактору А, количество гумуса по безотвальной вспашке составило 1,89%, что выше, чем по традиционной на 0,26%, а обработка почвы стерневым культиватором Pottinger обеспечивает его содержание на уровне 2,08% (+0,45% к традиционной вспашке).

Обработка почвы Mini Till с дисковой бороной XM 44660 NOTHAD и технология прямого посева обеспечивает воспроизводство гумуса в почве в 1,2 раза больше по сравнению с традиционной вспашкой 1,98 и 2,00% соответственно.

Таблица 2 – Изменение запасов гумуса в пахотном слое светло-серой лесной почвы под влиянием систем обработок почвы и деструкторов соломы, т/га

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)						Среднее по факт. А
	контроль	N ₁₀	фон	фон+ N ₁₀	фон + БП	БП	
1. Традиционная	36,6	41,9	48,7	44,7	43,7	45,1	43,4
2. Безотвальная «глубокая»	48,5	47,2	48,9	51,7	51,5	50,8	49,8
3. Безотвальная «мелкая»	45,5	54,6	58,7	56,4	52,8	58,2	54,4
4. Минимальная	48,9	47,4	55,6	58,9	56,2	56,0	53,8
5. Нулевая	47,9	46,4	51,5	60,8	53,9	56,6	53,0
Среднее по факт. В	45,5	47,5	52,7	54,5	51,6	53,3	

Запасы гумуса в пахотном слое почвы дают наиболее полное представление о темпах гумусонакопления. Нашими исследованиями было установлено (табл. 2), что обработка почвы стерневым культиватором Pottinger,

дисковой бороной XM 44660 NOTHAD и технология No-till обеспечивают более высокие запасы гумуса (53,0-54,4 т/га). Отвальная и безотвальная вспашки снижают запасы до 43,4 и 49,8 т/га соответственно (в среднем по фактору А).

Применение удобрений в дозе 60 кг д.в./га в сочетании с аммиачной селитрой в качестве деструктора соломы обеспечивает лучшие запасы гумуса по всем используемым системам обработки почвы, достигая максимум по технологии прямого посева (60,8 т/га).

Наименьшими запасами гумуса характеризуется почва опытного участка, где запахивалась только солома без применения минеральных и биоудобрений (контроль).

В современном земледелии принято соблюдать балансый принцип прихода и расхода в почве запасов органического вещества. Расчет баланса гумуса проводили по А.М. Лыкову (А.М. Лыков, 1982) и по методике НИИСХ Северо-Востока (Методика разработки..., 2000). Для расчета баланса использовались данные по поступлению растительных остатков и соломы и интенсивности их гумификации, а также возможные потери гумуса при его минерализации (табл. 3).

Таблица 3 – Баланс гумуса светло-серой лесной почвы под влиянием систем обработок почвы и деструкторов соломы (за период с 2014 по 2022 гг.), т/га

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)	Поступление растительных остатков и соломы	Приход (синтез) гумуса	Расход (минерализация) гумуса	Баланс гумуса (±)
1. Традиционная	Контроль	20,95	4,15	4,86	-0,71
	N ₁₀	26,66	5,28	5,54	-0,26
	Фон	31,80	6,30	3,54	2,75
	Фон + N ₁₀	36,35	7,20	4,09	3,10
	Фон + БП	30,68	6,08	3,60	2,48
	БП	27,92	5,53	6,26	-0,74
	<i>среднее</i>	29,06	5,75	4,65	1,11
2. Безотвальная «глубокая»	Контроль	22,04	4,36	4,36	0,00
	N ₁₀	26,57	5,26	5,53	-0,27
	Фон	32,60	6,45	3,70	2,76
	Фон + N ₁₀	35,02	6,93	4,07	2,86
	Фон + БП	31,83	6,30	3,58	2,72
	БП	25,73	5,09	5,57	-0,47
	<i>среднее</i>	28,96	5,73	4,47	1,26
3. Безотвальная «мелкая»	Контроль	21,37	4,23	3,70	0,53
	N ₁₀	24,87	4,92	4,40	0,52
	Фон	33,27	6,59	4,08	2,51
	Фон + N ₁₀	34,12	6,76	4,08	2,68
	Фон + БП	30,81	6,10	3,70	2,40
	БП	24,04	4,76	4,28	0,48
	<i>среднее</i>	28,08	5,56	4,04	1,52
4. Минимальная	Контроль	20,07	3,97	2,69	1,28
	N ₁₀	24,12	4,78	3,48	1,29
	Фон	32,68	6,47	3,25	3,22
	Фон + N ₁₀	36,09	7,15	3,87	3,28
	Фон + БП	33,14	6,56	3,34	3,22
	БП	25,36	5,02	3,63	1,39
	<i>среднее</i>	28,58	5,66	3,38	2,28
5. Нулевая	Контроль	13,05	2,58	0,73	1,85
	N ₁₀	13,61	2,69	0,82	1,87
	Фон	27,81	5,51	1,02	4,48
	Фон + N ₁₀	28,52	5,65	1,10	4,55
	Фон + БП	28,77	5,70	1,04	4,65
	БП	14,25	2,82	0,86	1,96
	<i>среднее</i>	21,00	4,16	0,93	3,23

Из результатов расчета видно, что большее поступление растительных остатков и соломы обеспечивает традиционная культурная вспашка на глубину 20 см (29,06 т/га), но при этом и интенсивность минерализации гумуса здесь наибольшая (4,65 т/га). Все это привело к тому, что баланс гумуса составил 1,11 т/га, что в 1,2-2,9 раза меньше, чем по ресурсосберегающим системам обработки почвы. Следует отметить, что контрольный вариант, а также применение деструкторов соломы по естественному фону обеспечивают отрицательный баланс гумуса (-0,71; -0,26 и -0,74 т/га соответственно).

Ресурсосберегающие технологии снижают интенсивность минерализации гумуса, в результате чего баланс гумуса даже на контрольном варианте по этим обработкам остается положительный. Исключение

составляет безотвальная «глубокая» вспашка с применением деструктора соломы аммиачной селитры и биопрепарата Стимикс®Нива: баланс составил -0,27 и -0,47 т/га соответственно.

Заставляет обращать внимание сельхозтоваропроизводителей на себя вариант с обработки почвы No-till. При наименьшем поступлении растительных остатков в почву за годы исследований и, как следствие, наименьшем синтезе гумуса, процесс минерализации гумусовых веществ снижается по сравнению с традиционной обработкой в 5 раз, а по сравнению с минимальной обработкой 3,6 раза. В результате по всем вариантам технологии No-till складывается положительный баланс гумуса, достигая своего максимума в вариантах с фоновым внесением минеральных удобрений (4,48-4,65 т/га).

Различные системы обработки почвы и удобрений с ежегодной заделкой всех растительных остатков возделываемых сельскохозяйственных культур в течение 8 лет привели к снижению суммы фульвокислот по всем вариантам опыта.

Таблица 4 – Изменение фракционно-группового состава гумуса в пахотном слое светло-серой лесной почвы под влиянием систем обработок почвы и деструкторов соломы, %

Фактор А	Фактор В	С общ., % от массы почвы	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты			Н.О.	С _{ГК} /С _{ФК}
			ГК-1	ГК-2	Σ ГК	ФК-1	ФК-2	Σ ФК		
2014 г.		0,91	15,1	8,0	23,1	22,9	9,2	32,1	44,8	0,7
1. Традиционная	Контроль	0,85	9,0	13,3	22,2	18,8	6,3	25,1	52,8	0,9
	N ₁₀	0,90	7,9	18,3	26,1	16,4	7,0	23,4	50,6	1,1
	Фон	0,96	9,1	19,0	28,1	16,3	5,3	21,6	50,4	1,3
	Фон + N ₁₀	1,03	11,6	14,8	26,4	18,0	3,2	21,1	52,5	1,3
	Фон + БП	0,95	11,4	14,4	25,8	19,1	3,7	22,8	51,5	1,1
	БП	1,00	11,6	16,4	28,0	19,7	2,9	22,6	49,5	1,2
	<i>среднее</i>	0,95	10,1	16,0	26,1	18,0	4,7	22,7	51,2	1,2
2. Безотвальная «глубокая»	Контроль	1,00	9,4	15,7	25,1	15,6	7,2	22,8	52,2	1,1
	N ₁₀	1,03	7,6	13,4	21,0	16,5	6,2	22,7	56,3	0,9
	Фон	1,17	8,0	13,9	21,9	18,1	3,7	21,8	56,4	1,0
	Фон + N ₁₀	1,15	10,8	15,1	25,9	19,9	1,9	21,8	52,4	1,2
	Фон + БП	1,16	11,2	13,4	24,6	18,6	4,3	22,9	52,6	1,1
	БП	1,08	10,0	15,2	25,2	17,7	5,5	23,2	51,7	1,1
	<i>среднее</i>	1,10	9,5	14,4	23,9	17,7	4,8	22,5	53,6	1,1
3. Безотвальная «мелкая»	Контроль	1,19	7,3	14,8	22,1	16,7	2,3	19,0	59,0	1,2
	N ₁₀	1,25	7,7	14,2	21,9	16,6	3,8	20,4	57,8	1,1
	Фон	1,24	8,4	14,1	22,5	15,7	6,4	22,1	55,4	1,0
	Фон + N ₁₀	1,28	9,4	15,4	24,8	17,3	3,7	21,0	54,3	1,2
	Фон + БП	1,23	9,4	15,2	24,6	16,7	2,9	19,6	55,9	1,3
	БП	1,22	8,9	13,6	22,5	17,2	4,0	21,2	56,4	1,1
	<i>среднее</i>	1,24	8,5	14,5	23,1	16,7	3,9	20,5	56,4	1,1
4. Минимальная	Контроль	1,16	7,5	16,9	24,4	15,2	3,0	18,2	57,4	1,3
	N ₁₀	1,20	7,8	17,3	25,1	15,3	2,6	17,9	57,1	1,4
	Фон	1,09	8,8	17,6	26,4	16,1	1,2	17,2	56,4	1,5
	Фон + N ₁₀	1,23	10,1	15,5	25,5	16,0	2,9	18,9	55,7	1,4
	Фон + БП	1,19	10,0	16,8	26,8	14,9	2,0	16,9	56,4	1,6
	БП	1,17	8,7	18,6	27,3	15,5	1,3	16,8	56,0	1,6
	<i>среднее</i>	1,17	8,8	17,1	25,9	15,5	2,2	17,6	56,5	1,5
5. Нулевая	Контроль	1,06	7,9	19,4	27,3	16,3	1,9	18,2	54,5	1,5
	N ₁₀	1,04	7,5	15,7	23,2	14,9	4,0	18,9	58,0	1,2
	Фон	1,16	8,5	12,5	21,0	14,0	4,0	18,0	61,1	1,2
	Фон + N ₁₀	1,35	9,3	14,1	23,4	16,9	1,6	18,5	58,2	1,3
	Фон + БП	1,19	9,8	13,8	23,6	15,7	3,1	18,8	57,6	1,3
	БП	1,15	9,1	16,8	25,9	16,3	1,9	18,2	56,0	1,4
	<i>среднее</i>	1,16	8,7	15,4	24,1	15,7	2,7	18,4	57,5	1,3
НСР ₀₅ (фактор А)			0,15	0,17	0,19	0,13	0,10	0,16	0,25	0,02
НСР ₀₅ (фактор В)			0,17	0,18	0,21	0,14	0,11	0,17	0,28	0,02
НСР ₀₅ (фактор АВ)			0,38	0,41	0,46	0,32	0,25	0,39	0,62	0,05

Наименьшее увеличение содержания гумина отмечено в вариантах с отвальной и безотвальной вспашками на глубину 20 см 51,2 и 53,6% соответственно (в среднем по вариантам удобрений). С уменьшением глубины обработки почвы процесс разложения и гумификации растительных остатков идет в сторону накопления нерастворимого остатка, достигая своего максимума при прямом посеве.

Оценивая влияние каждого конкретного варианта опыта на изменение фракционно-группового состава гумуса, можно отметить, что наибольшее содержание гуминовых кислот отмечается в вариантах с традиционной вспашкой и минимальной обработкой почвы на глубину 10-12 см дисковой боронкой ХМ 44660 NOTHAD. При этом значительное влияние на накопление агрономически ценной фракции гуминовых кислот,

связанных с кальцием (ГК-2), оказали варианты с фоновым внесением минеральных удобрений и с применением биопрепарата Стимикс®Нива по естественному фону.

Безотвальная «мелкая» обработка и система прямого посева снижают содержание обеих групп гумусовых веществ с одновременным увеличением доли нерастворимого остатка в составе гумуса.

Наилучшее влияние на качество гумуса оказала минимальная обработка почвы по всем вариантам удобрений ($C_{ГК}:C_{ФК}=1,3-1,6$).

Плодородие почвы находится в тесной взаимосвязи с ее биологической активностью, которая характеризует интенсивность трансформации, разложения и превращения органических и органоминеральных веществ в почве под влиянием микроорганизмов и ферментов. Приемами обработки почвы можно влиять на биологическую активность почвы и ее эффективное плодородие.

Целлюлозоразлагающую активность в опыте определяли по степени разложения в почве льняного полотна (метод «апликации»). Анализ полученных данных (табл. 5) показал, что интенсивность разрушения целлюлозы в пахотном слое светло-серой лесной почвы изменялась от очень слабой (9,5%) до средней (31,4-37,9%).

Таблица 5 – Биологическая активность светло-серой лесной почвы под влиянием систем обработок почвы и деструкторов соломы, %

Система обработки (фактор А)	Удобрения (фактор В)						Среднее по факт. А
	контроль	N ₁₀	фон	фон+N ₁₀	фон + БП	БП	
1. Традиционная	12,6	15,6	28,8	31,4	37,9	19,2	24,3
2. Безотвальная «глубокая»	11,3	13,9	21,2	21,5	23,0	20,6	18,6
3. Безотвальная «мелкая»	13,5	18,9	15,6	36,5	20,1	17,3	20,3
4. Минимальная	9,5	19,8	19,3	23,2	29,4	20,5	20,3
5. Нулевая	13,8	18,3	23,3	26,1	27,6	24,7	22,3
Среднее по факт. В	12,1	17,3	21,6	27,7	27,6	20,5	
HCP ₀₅ (фактор А)	0,2						
HCP ₀₅ (фактор В)	0,2						
HCP ₀₅ (фактор АВ)	0,5						

Самая низкая активность почвенной биоты отмечается на варианте без внесения удобрений (9,5-13,8%), что обусловлено низкой урожайностью сельскохозяйственных культур и, как следствие, нехваткой питательного субстрата для почвенных микроорганизмов.

Изучаемые системы обработки почвы следующим образом повлияли на биологическую активность исследуемой почвы: благоприятные почвенные условия (хорошее увлажнение, улучшение аэрации, низкая плотность, равномерное распределение растительных остатков в пахотном слое почвы), которые сложились при проведении традиционной вспашки, способствовали более активной работе микроорганизмов, особенно по фонемам полного минерального питания, в результате чего интенсивность разложения льняного полотна в среднем по фактору была наибольшей – 24,3%.

Замена отвальной вспашки на безотвальную достоверно снижает данный показатель по всем вариантам удобрений (11,3-23,0). Применение остальных ресурсосберегающих технологий также ослабляет активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов до уровня 20,3-22,3%.

Выводы. Гумус – основной компонент плодородия почвы. Под воздействием изучаемых систем обработки почвы через 8 лет после закладки опыта произошло достоверное увеличение содержания гумуса с 1,50% до 1,89-2,13% в среднем по опыту. Наименьшее содержание гумуса отмечается в варианте с традиционной обработкой почвы, тогда как лучшее влияние на гумусообразование оказал вариант с применением безотвальной «мелкой» обработки почвы.

Внесение минеральных удобрений и деструкторов соломы привело к расширенному воспроизводству органического вещества пахотного слоя почвы.

При этом с уменьшением глубины обработки увеличивается доля нерастворимого остатка в составе гумуса, который является потенциальным резервом элементов питания для растений и микроорганизмов. Такие изменения приводят к увеличению соотношения $C_{ГК}:C_{ФК}$, в результате чего тип гумуса переходит из гуматно-фульватного в фульватно-гуматный и даже гуматный (при минимальной обработке почвы с применением биопрепарата Стимикс®Нива как по фону (NPK)₆₀, так и по естественному уровню минерального питания).

Литература

1. Еремин, Д. И. К вопросу стабилизации гумусового состояния пахотных чернозёмов за счёт заделки соломы зерновых культур / Д. И. Еремин, А. А. Ахтямова // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 4. – С. 18-24.
2. Качественный состав органического вещества дерново-подзолистой почвы в длительном полевом опыте / К. П. Байбеков, К. П. Хайдуков, А. А. Коваленко, Т. М. Забугина // Земледелие. – 2020. – № 1. – С. 8-11.
3. Кирюшин, В. И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-

ландшафтных системах земледелия / В. И. Кирюшин // Почвоведение. – 2019. – № 9. – С. 1130-1139.

4. Когут, Б. М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России / Б. М. Когут // Почвоведение. – 2012. – № 9. – С. 944-952.

5. Малышева, Ю. А. Динамика органического вещества светло-серой лесной почвы под влиянием сидератов и приёмов обработки : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Малышева Ю. А. – Киров, 2009. – 22 с.

6. Пегова, Н. А. Органическое вещество пахотной дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы в зависимости от системы обработки почвы и фона удобрений / Н. А. Пегова // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 9. – С. 22-26.

7. Русакова И. В. Влияние микробных препаратов и минерального азота на разложение соломы / И. В. Русакова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 3-1. – С. 107-111.

8. Савоськина, О. А. Изменение структурного состояния дерново-подзолистой почвы под действием разноглубинных приемов обработки / О. А. Савоськина // Инновационные технологии в адаптивно-ландшафтном земледелии. - ФГБНУ «Владимирский НИИСХ». – 2015. – С.110-116.

9. Семёнов, В. Н. Почвенное органическое вещество / В. Н. Семёнов, Б. М. Когут. – Москва : ГЕОС. – 2015. – 233 с.

10. Холмов, В. Г. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири / В. Г. Холмов, Л. В. Юшкевич. – Омск : Изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ. – 2006. – 396 с.

11. Черногаев, В. Г. Сравнительный анализ эффективности применения различных способов обработки почвы в системе ресурсосберегающих технологий земледелия / В. Г. Черногаев, Свирина В. А. // Аграрная наука. – 2020. – 343(11). – С. 105-107.

Сведения об авторах

1. **Богомолова Юлия Александровна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник, Нижегородский государственный агротехнологический университет; 603107, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97;

2. **Ивенин Валентин Васильевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой земледелия и растениеводства, Нижегородский государственный агротехнологический университет; 603107, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97; e-mail: iveninvv@mail.ru, тел. 8-960-174-89-61;

3. **Ивенин Алексей Валентинович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Нижегородский государственный агротехнологический университет; 603107, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97;

4. **Минеева Наталья Алексеевна**, аспирант, Нижегородский государственный агротехнологический университет; 603107, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 97;

5. **Шашкаров Леонид Геннадьевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru, тел. 8-937-958-12-20.

THE ROLE OF RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES AND STRAW DESTRUCTORS IN CHANGING THE CONTENT AND QUALITATIVE COMPOSITION OF ORGANIC MATTER OF LIGHT GRAY FOREST SOIL IN THE CONDITIONS OF THE NIZHNY NOVGOROD REGION

Yu. A. Bogomolova¹⁾, V. V. Ivenin¹⁾, A. V. Ivenin¹⁾, N. A. Mineeva¹⁾, L. G. Shashkarov²⁾

¹⁾Nizhny Novgorod State Technical University,
603107, Nizhny Novgorod, Russian Federation

²⁾Chuvash State Agrarian University,
428003, Cheboksary, Russian Federation

Annotation. Humus, as the main organic substance, determines the agronomically valuable properties and productivity of the soil. The research was carried out in order to determine the impact of resource-saving technologies and straw destructors on the qualitative composition of humus on light gray forest soil in the conditions of the Nizhny Novgorod region of the Russian Federation. The work was carried out in 2014-2022 in the conditions of stationary field experience. Over the years of research, there has been a significant increase in the humus content from 1.50% to 1.89-2.13%. The use of resource-saving technologies and straw destructors has led to an expanded reproduction of soil fertility. The authors of the article noted a change in the fractional group composition of humus, which in turn has a positive effect on increasing the content of humic acids and reduces the amount of fulvic acids in the humus, as a result of which the type of humus changes from humate-fulvate to fulvate-humate and even humate. Various systems of tillage and fertilizers with annual planting of all plant residues of cultivated crops for 8 years led to a decrease in the amount of fulvic acids in all variants of the experiment, both due to the most labile fraction of FC-1 (from 22.9 to 14.0-19.9%) and due to the fraction of FC-2 (from 9.2 to 1.2-7.0%). The content of humic acids in the composition of humus varies to a lesser extent, however, there is a redistribution of their fractions as a result of mechanical treatments: GC-1 decreases in all variants of the experiment, but the amount of humic acids associated with calcium increases. In

general, such changes in the composition of humus lead to an increase in the ratio of $S_{GC}:S_{FC}$ compared to 2014, the type of humus changes in almost all variants of the experiment towards fulvate-humate, and in some variants – humate.

Keywords: tillage system, straw destructor, plant residues, organic matter, humus, balance, fractional group composition.

References

1. Eremin, D. I. K voprosu stabilizacii gumusovogo sostoyaniya pahotnyh chernozyomov za schyot zapashki solomy zernovyh kul'tur / D. I. Eremin, A. A. Ahtyamova // Vestnik KrasGAU. – 2017. – № 4. – S. 18-24.
2. Kachestvennyj sostav organicheskogo veshchestva dernovo-podzolistoj pochvy v dlitel'nom polevom opyte / K. P. Bajbekov, K. P. Hajdukov, A. A. Kovalenko, T. M. Zabugina // Zemledelie. – 2020. – № 1. – S. 8-11.
3. Kiryushin, V. I. Upravlenie plodorodiem pochv i produktivnost'yu agrocenozov v adaptivno-landshaftnyh sistemah zemledeliya / V. I. Kiryushin // Pochvovedenie. – 2019. – № 9. – S. 1130-1139.
4. Kogut, B. M. Ocenka sodержaniya gumusa v pahotnyh pochvah Rossii / B. M. Kogut // Pochvovedenie. – 2012. – № 9. – S. 944-952.
5. Malysheva, YU. A. Dinamika organicheskogo veshchestva svetlo-seroj lesnoj pochvy pod vliyaniem sideratov i priyomov obrabotki : avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata sel'skohozyajstvennyh nauk / Malysheva YU. A. – Kirov, 2009. – 22 s.
6. Pegova, N. A. Organicheskoe veshchestvo pahotnoj dernovo-podzolistoj legkosuglinistoj pochvy v zavisimosti ot sistemy obrabotki pochvy i fona udobrenij / N. A. Pegova // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2013. – № 9. – S. 22-26.
7. Rusakova I. V. Vliyanie mikrobnnyh preparatov i mineral'nogo azota na razlozhenie solomy / I. V. Rusakova // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2016. – № 3-1. – S. 107-111.
8. Savos'kina, O. A. Izmenenie strukturnogo sostoyaniya dernovo-podzolistoj pochvy pod dejstviem raznoglubinyh priemov obrabotki / O. A. Savos'kina // Innovacionnye tekhnologii v adaptivno-landshaftnom zemledelii. - FGBNU «Vladimirskij NIISKH». – 2015. – S.110-116.
9. Semyonov, V. N. Pochvennoe organicheskoe veshchestvo / V. N. Semyonov, B. M. Kogut. – Moskva : GEOS. – 2015. – 233 s.
10. Holmov, V. G. Intensifikaciya i resursoberezenie v zemledelii lesostepi Zapadnoj Sibiri / V. G. Holmov, L. V. YUSHkevich. – Omsk : Izd-vo FGOU VPO OmGAU. – 2006. – 396 s.
11. CHernogaev, V. G. Sravnitel'nyj analiz effektivnosti primeneniya razlichnyh sposobov obrabotki pochvy v sisteme resursosberegayushchih tekhnologij zemledeliya / V. G. CHernogaev, Svirina V. A. // Agrarnaya nauka. – 2020. – 343(11). – S. 105-107.

Information about authors

1. **Bogomolova Yulia Aleksandrovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University; 603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97;
2. **Ivenin Valentin Vasilyevich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Agriculture and Crop Production, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University; 603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97; e-mail: iveninv@mail.ru, tel. 8-960-174-89-61;
3. **Ivenin Alexey Valentinovich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University; 603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97;
4. **Mineeva Natalia Alekseevna**, postgraduate student, Nizhny Novgorod State Agrotechnological University; 603107, Nizhny Novgorod, Gagarin Avenue, 97;
5. **Shashkarov Leonid Gennadievich**, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Agriculture, Plant Breeding, Breeding and Seed Production, Chuvash State Agrarian University; 428003, Cheboksary, K. Marx Str., 29; e-mail: leonid.shashkarow@yandex.ru, tel. 8-937-958-12-20.