

РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ (СОЛОМЫ, СИДЕРАТОВ, ПОЖНИВНО-КОРНЕВЫХ ОСТАТКОВ) В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ И СОХРАНЕНИИ ГУМУСА В ПОЧВЕ

Куликова Алевтина Христофоровна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Яшин Евгений Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Черкасов Евгений Андреевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

Волкова Елена Сергеевна, аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 432017, Ульяновск, бульвар Новый Венец 1,
тел: 8(8422)55-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru

Ключевые слова: чернозем типичный, гумус, севооборот, сельскохозяйственные культуры, урожайность.

В работе представлены результаты исследований по оценке роли органических веществ, создаваемых в агроценозах севооборота и используемых в качестве удобрения сельскохозяйственных культур (соломы, сидератов, пожнивно-корневых остатков). Исследования проводили в пятипольном зерновом севообороте с чередованием: вико-овсяная смесь в качестве сидеральной культуры — озимая пшеница — просо — яровая пшеница — ячмень. Схема опыта состояла из шести вариантов с применением органических, органо-минеральных и минеральных удобрений: 1. Контроль (сидеральный фон); 2. Солома предшественника; 3. Солома предшественника + 10 кг азота (мочевина) на 1 тонну соломы; 4. Солома предшественника + биологический препарат Биокомпозит-коррект; 5. Биопрепарат Биокомпозит-коррект; 6. NPK (дозы удобрений на планируемую урожайность озимой пшеницы 4,5 т/га, проса 4,0 т/га, яровой пшеницы 4,0 т/га, ячменя 4,0 т/га). Установили, что применение соломы в качестве органического удобрения способствует повышению урожайности культур в первый же год использования. Эффективность ее очень значительно повышается при совместном применении с азотной добавкой и биопрепаратом: прибавка урожайности зерна составила (в зависимости от культур) от 0,19 до 0,51 т/га. Количество органического вещества, поступающего в почву в расчете на 1 гектар севооборотной площади при совместном использовании сидеральной массы, соломы и пожнивно-корневых остатков, в 2 раза превышала контрольный вариант (сидеральный фон). Полное воспроизводство и сохранение содержания гумуса возможно при совместном использовании в качестве органических удобрений сидератов, соломы, пожнивно-корневых остатков и биологических препаратов с целью оптимизации условий их разложения.

Исследования проводятся в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ, выполняемых по заданию МСХ РФ в 2022 году. Регистрационный номер ЕГИСУ НИОКТР 122030200361-6

Введение

Органическое вещество почвы, представленное, прежде всего, гумусом (в среднем на 95 %), играет огромную роль в плодородии почвы, являясь одним из основных компонентов, определяет ее экологические функции, устойчивость функционирования агро- и биогеоценозов, биологическую продуктивность растений и животных. Обобщая в целом, А.Д. Фокин [1] выделяет следующие функции органического вещества:

- органическое вещество как гумусовой природы, так и детрит, может служить прямым источником всех элементов питания;

- влияет на доступность и режим поведения элементов, поступающих в почву в составе минеральных удобрений, прежде всего, путем формирования сорбционно-буферных свойств почв;

- является источником энергии, необходимой для биологической мобилизации элементов минерального питания из недоступных для растений форм: азота из воздуха и зольных элементов — из минералов почвообразующей породы;

- оказывает влияние на окислительно-восстановительные и токсикологические режимы почв;

- оказывает благоприятное влияние на формирование агрегатного состава почв, на их водный и тепловой режимы, обеспечивает значительную гетерогенность профиля и отдельных горизонтов, что играет существенную роль в формировании условий питания растений и поглощения ими токсикантов;

- в составе органического вещества почвы присутствуют биологически активные соедине-

ния, в том числе и обладающие радиопротекторными свойствами.

Одно это неполное перечисление роли органического вещества в агро- и биоценозах и биосфере в целом требует максимально бережного отношения к почвам, восстановления и сохранения основного ее компонента — содержания и запасов гумуса. Однако ежегодные потери его по России в среднем составляют 0,52 т/га, по отдельным регионам — от 0,25 до 0,72 т/га (в Ульяновской области 1,5-3,0 т/га). В настоящее время 56 млн. га пашни по стране имеют низкое содержание гумуса (45 %), 28 млн. га (23 %) фосфора и 11,5 млн. га (9 %) калия [2,3,4].

Снижение уровня плодородия почвы, прежде всего, содержания и запасов гумуса обусловлено уменьшением в несколько раз использования минеральных и органических удобрений. Применение последних по стране составляет всего 0,9 т/га навоза [5]. Отсутствие мер по сохранению органического вещества почвы сопровождается необратимыми изменениями в почвенной среде, приводящими к снижению ее значения как условия жизнеобеспечения и энергетического потенциала агроландшафтов. Следовательно, регулирование режима органического вещества почвы — главнейшая задача земледелия.

В современных условиях ведения сельского хозяйства и насущной проблемой биологизации земледелия в связи с острой необходимостью получения экологически безопасной продукции, воспроизводство содержания и запасов гумуса в почвах необходимо обеспечивать за счет создаваемого в агроценозах органического вещества [6,7,8,9]. В связи с вышеизложенным целью исследования являлась оценка роли органических веществ, создаваемых в агроценозах севооборота и используемых в качестве удобрения сельскохозяйственных культур (соломы, сидератов, пожнивно-корневых остатков).

Материалы и методы исследований

Экспериментальные исследования по разработке системы воспроизводства плодородия почвы с использованием биогенных ресурсов, создаваемых в зерновом сидеральном 5-и польном севообороте, проводили на базе опытного поля Ульяновского аграрного университета имени П.А. Столыпина. Схема опыта включала: 1. Контроль (сидеральный фон); 2. Солома предшественника; 3. Солома предшественника + 10 кг азота (мочевина) на 1 тонну соломы; 4. Солома предшественника + биологический препарат Биокомпозит-коррект; 5. Биопрепарат

Биокомпозит-коррект; 6. NPK (дозы удобрений на планируемую урожайность соответствующих культур (озимая пшеница 4,5 т/га, просо 4,0 т/га, яровая пшеница 4,0 т/га, ячмень 4,0 т/га). Чередование культур в севообороте следующее: пар сидеральный (викоовсяная смесь) — озимая пшеница — просо — яровая пшеница — ячмень. Опыт заложили в четырехкратной повторности, посевная площадь делянки 120 м² (6x20), учетная 72 м² (4x18), делянки расположили рендомизированно. В качестве органического удобрения в почву заделали зеленую массу сидерата и солому предшествующих зерновых культур, а также пожнивно-корневые остатки. Равномерное распределение соломы по поверхности делянок, а также удаление с вариантов, где внесение ее не предусмотрено, осуществляли вручную. После распределения соломы по поверхности, внесения азотной добавки в виде мочевины и биологического препарата Биокомпозит-коррект в дозе 2 л/га для улучшения разложения растительной массы почву обрабатывали дискатором БДМ 3x4 (на 8-10 см). Основную обработку осуществляли во второй декаде сентября (ПЛН-4-35 на 22-25 см).

Биокомпозит-коррект - суспензия культуральной жидкости консорциума высокоэффективных штаммов разных видов бактерий. Препарат содержит культуру живых бактерий и продукты их метаболизма, что делает возможным широкое практическое применение препарата: от разложения стерни, подавления почвенных фитопатогенов, защиты от болезней до повышения плодородия почв, восстановления полезной микрофлоры почвы.

Почва опытного поля - чернозем типичный среднемогучный среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 4,7 %, доступных фосфора и калия (по Чирикову) 185 и 196 мг/кг соответственно, реакцией почвенного раствора, близкой к нейтральной (рН_{ккл} 6,7 единиц).

Полевые опыты проводили со строгим соблюдением всех методических требований. Наблюдения и учеты за состоянием посевов, анализы почвенных и растительных образцов осуществляли по соответствующим ГОСТам и методикам. Данные по урожайности культур статистически обработаны.

Результаты исследований

В таблицах 1, 2 и 3 представлены основные параметры, определяющие гумусное состояние почвы, полученные в результате исследования.

Таблица 1

Урожайность культур в зерновом сидеральном севообороте в зависимости от системы удобрения, т/га

№ п/п	Вариант	Викоовсяная смесь (зел. масса)		Озимая пшеница		Просо		Яровая пшеница		Ячмень	
		т/га	отклонение от контроля, (±)	т/га	отклонение от контроля, (±)	т/га	отклонение от контроля, (±)	т/га	отклонение от контроля, (±)	т/га	отклонение от контроля, (±)
1	Контроль	16,1	-	5,40	-	3,48	-	3,29	-	4,52	-
2	Солома	16,2	+0,1	5,51	+0,11	3,56	+0,08	3,39	+0,10	4,62	+0,10
3	Солома+N10кг/т соломы	17,0	+0,9	5,87	+0,47	3,74	+0,26	3,48	+0,19	4,81	+0,29
4	Солома+биопрепарат	16,9	+0,8	5,91	+0,51	3,81	+0,33	3,58	+0,29	4,94	+0,42
5	Биопрепарат	17,0	+0,9	5,59	+0,19	3,61	+0,13	3,42	+0,13	4,7	+0,19
6	NPK	18,1	+2,0	6,68	+1,28	4,44	+0,96	3,95	+0,66	5,29	+0,77
	НСР ₀₅	0,5		0,13		0,10		0,05		0,08	

Таблица 2

Поступление органического вещества в почву в зерновом сидеральном севообороте, т/га

№ п/п	Варианты	Викоовсяная смесь (зел. масса)		Озимая пшеница		Просо		Яровая пшеница		Ячмень		В сумме по севообороту	Отклонение от контроля, ±	1 га севооборотной площади
		сидеральная масса	ПКО*	солома	ПКО**	солома	ПКО	солома	ПКО	солома	ПКО			
1	Контроль	4,03	2,24	-	4,81	-	3,48	-	2,84	-	3,99	21,39	-	4,28
2	Солома	4,05	2,25	8,27	4,89	4,76	3,50	5,07	2,92	4,62	4,08	44,47	+23,01	8,89
3	Солома+N10кг/т соломы	4,25	2,32	8,81	5,16	4,11	3,74	5,20	2,99	4,81	4,24	45,63	+24,24	9,13
4	Солома+биопрепарат	4,23	2,30	8,87	5,19	4,24	3,81	5,35	3,07	4,94	4,35	46,35	+24,96	9,27
5	Биопрепарат	4,25	2,32	8,39	4,95	4,01	3,61	5,12	2,94	4,70	4,14	44,43	+23,04	8,89
6	NPK	4,53	2,42	-	5,77	-	4,44	-	3,38	-	4,65	25,19	+3,80	5,04

* Урожайность соломы определяли по отношению основной продукции к побочной (по сноповому анализу)

**ПКО — пожнивно-корневые остатки, рассчитаны по уравнениям зависимости ПКО от урожайности основной продукции, полученных нами экспериментальным путем

Таблица 3

Баланс гумуса в черноземе типичном в зависимости от применения удобрений, кг/га

№ п/п	Варианты	Викоовсяная смесь			Озимая пшеница			Просо			Яровая пшеница			Ячмень			Средний по севообороту
		*минерализуется	**новообразованная	***баланс, ±	минерализуется	новообразованная	Баланс, ±										
1	Контроль	580	646	+66	1350	414	-936	767	299	-468	790	244	-546	859	343	-516	-480
2	Солома	583	650	+67	1378	1350	-28	783	842	+59	814	821	+7	878	871	-7	+20
3	Солома+N10кг/т соломы	612	678	+66	1478	1435	-43	823	836	+13	834	842	+8	914	906	-8	+7
4	Солома+биопрепарат	609	674	+65	1478	1444	-34	838	805	+33	859	866	+7	939	930	-9	+13
5	Биопрепарат	612	678	+66	1398	1368	-30	794	761	+33	821	832	+11	895	885	-10	+14
6	NPK	652	728	+76	1670	496	-1174	976	382	-594	948	291	-657	1005	400	-605	-591

* Количество минерализованного гумуса рассчитывали по выносу азота урожаем культур

** Количество новообразованного гумуса рассчитывали по коэффициентам гумификации растительных остатков, полученных нами экспериментальным путем

*** Баланс рассчитывали по углероду

Обсуждение

Почвенное плодородие является национальным богатством, от которого зависят количество и качество сельскохозяйственной продукции и здоровье нации. Его значение признано на государственном уровне. Как указывалось выше, проблему плодородия почвы справедливо связывают с органическим веществом, которое определяет ее экологическую устойчивость, следовательно — земледелия и биосферы в целом [10]. Роль его возрастает в условиях прогрессирующей антропогенной нагрузки на окружающую среду, в том числе на агрофитоценозы. Последнее сопровождается усиленной деградацией почвенного покрова, что еще раз подтверждает: воспроизводство содержания гумуса — важнейшее условие сохранения почвы и ее плодородия.

Содержание и запасы гумуса в почве определяются количеством поступающих растительных остатков и условиями их трансформации. Первое находится в прямой зависимости от урожайности возделываемых культур. При этом применение удобрений как органических, так и минеральных остается наиболее эффективным приемом повышения урожайности культур. С точки зрения сохранения плодородия почвы наиболее ценными являются солома и сидеральные культуры, в которых присутствуют все микро- и макроэлементы, необходимые растениям. Отечественными и зарубежными учеными доказано, что при использовании их в качестве удобрения происходит заметное восстановление содержания и запасов гумуса в почве и применение их сопровождается повышением урожайности культур [11,12,13,14]. Данные таблицы 1 свидетельствуют, что урожайность всех культур севооборота при внесении в почву соломы в качестве органического удобрения повышалась в первый же год ее применения от 0,08 (просо) до 0,11 т/га (озимая пшеница). Однако солома в связи с особенностями ее химического состава (широкое отношение C:N) медленно разлагается. В связи с этим эффективность ее в первый год внесения в почву, судя по вышеприведенным данным, невысокая.

В настоящее время на рынке появилось много предложений по использованию различных препаратов для усиления процессов разложения соломы. В этих же целях для ускорения разложения соломы ряд авторов предлагает использовать азотную минеральную добавку в дозах 10-20 кг на 1 тонну соломы. В связи с вышесказанным, в схему опыта введены ва-

рианты с применением соломы в чистом виде, соломы совместно с азотной добавкой в дозе 10 кг N на одну тонну соломы и биологическим препаратом Биокомпозит-коррект. Результаты опытов показали, что при использовании соломы с азотной добавкой, а также биопрепаратом Биокомпозит-коррект эффективность соломы в качестве удобрения значительно повышается. Так прибавка урожайности викоовсяной смеси составила 0,9 и 0,8 т/га, озимой пшеницы -0,47 и 0,51 т/га, проса- 0,26 и 0,33 т/га, яровой пшеницы- 0,19 и 0,29 т/га, ячменя -0,29 и 0,42 т/га. Ожидается наиболее высокую урожайность культур наблюдали при возделывании их с применением минеральных удобрений в дозах на планируемую урожайность: прибавка зерна озимой пшеницы составила 1,28 т/га, проса также почти в 1 тонну на один гектар. Существенно выше была урожайность зерна яровой пшеницы и ячменя. Однако, как будет показано ниже, применение только минеральных удобрений даже на фоне использования сидеральной массы в качестве удобрения чревато заметным снижением содержания гумуса в пахотном слое, так как масса растительных остатков, поступающих при этом в почву, не компенсирует количество минерализованного гумуса, необходимого для формирования урожаев культур.

В таблице 2 приведены объемы поступающего в почву органического вещества в зависимости от применяемых удобрений. Данные показывают, что при применении соломы как в чистом виде, так и совместно с азотной добавкой и биопрепаратом, а также отдельно биопрепарата в почву поступает практически в два раза больше органического вещества в виде сидеральной массы, соломы и пожнивно-корневых остатков. Если на контрольном варианте на фоне сидерата на 1 гектар севооборотной площади в почву поступало 4,28 тонн органического вещества, то на фоне соломы и сидерата — 8,89 т/га; соломы с азотной добавкой (10 кг N/т соломы) — 9,13 т/га; соломы, сидерата и биопрепарата — 9,27 т/га; сидерата и биопрепарата — 8,89 т/га. Применение минеральных удобрений на фоне сидерата обеспечило поступление растительной массы в 5,04 т/га.

Роль органических и минеральных удобрений в воспроизводстве содержания гумуса и сохранении его — разная. Применение только сидерата в качестве удобрения в пятипольном севообороте при уровне урожайности зерновых культур 4-6 т/га не обеспечивает воспроизводства содержания гумуса в почве. Тем не менее,

следует отметить, что возделывание сидеральных культур в севообороте значительно снижает напряженность баланса гумуса в почве. Полное воспроизводство содержания и запасов гумуса в черноземах возможно при использовании в качестве удобрения соломы всех зерновых культур. Значение соломы в восстановлении плодородия почвы сохраняется при использовании ее совместно с азотной добавкой в дозе 10 кг д.в./га и биологическими препаратами, способствующими ускорению разложения соломы. В последнем случае, несмотря на повышенную минерализацию гумуса на формирование более высокой урожайности культур, баланс гумуса остается положительным.

Заключение

1. Применение соломы зерновых культур в качестве органического удобрения при возделывании на черноземах Среднего Поволжья способствовало повышению их урожайности в первый же год использования от 0,08 т/га (просо) до 0,11 т/га (озимая пшеница). Эффективность соломы в формировании урожайности культур значительно повышалась при совместном применении с азотной добавкой в дозе 10 кг N/тону соломы и биологическим препаратом Биокомполит-коррект с целью ускорения разложения соломы: прибавка урожайности зерна озимой пшеницы составила 0,47 и 0,51 т/га соответственно, проса 0,26 и 0,33 т/га, яровой пшеницы 0,19 и 0,29 т/га, ячменя 0,29 и 0,42 т/га.

2. Количество поступающего в почву органического вещества в виде сидеральной массы, соломы и пожнивно-корневых остатков в расчете на один гектар севооборотной площади составило от 8,89 до 9,13 т/га, тогда как при применении только викоовсяной смеси в качестве сидерата - в два раза меньше. То же самое наблюдалось на фоне минеральных удобрений.

3. Полное воспроизводство и сохранение содержания гумуса в почве возможно при совместном использовании в качестве органического удобрения сидератов, соломы, пожнивно-корневых остатков и биологических препаратов

Библиографический список

1. Фокин, И. Д. Идеи В.В. Докучаева и проблема органического вещества почв / И. Д. Фокин // Почвоведение. - 1996. - № 2. - С. 187-196.
2. Черкасов, Е. А. Динамика основных показателей плодородия пахотных почв Ульяновской области за 50 лет / Е. А. Черкасов // Достижение науки и техники АПК. - 2014. - № 7. - С.

27-29.

3. Черкасов, Е. А. Динамика агрохимических показателей плодородия черноземов Ульяновской области за 2000–2015 гг. / Е. А. Черкасов, А. Х. Куликова // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны : тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Всероссийской с Международным участием научной конференции. - Москва-Белгород : Издательский дом Белгород, 2016. – Ч. I. - С. 135-136.

4. Чекмарев, П. А. Мониторинг плодородия пахотных почв Центрально-черноземных областей России / П. А. Чекмарев, С. В. Лукин // Агрохимия. – 2013. – № 4. – С. 11-22.

5. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Г. Е. Мерзлая, Г. А. Зябкина, Т. П. Фомкина, А. В. Козлова, О. В. Макшакова, С. П. Волошин, О. М. Хромова, И. В. Панкратенкова // Агрохимия. - 2012. - С. 37-46.

6. Куликова, А. Х. Воспроизводство биогенных ресурсов в экосистемах и регулирование плодородия чернозема лесостепи Поволжья : спец. 06.01.01: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Куликова Алевтина Христофоровна. - Кинель, 1997. - 40 с.

7. Кирюшин, В. И. Проблема экологизации земледелия в России (Белгородская модель) / В. И. Кирюшин // Достижения науки и техники АПК. – 2012. - № 12. – С. 3-9.

8. Лошаков, В. Г. Зеленое удобрение в земледелии России / В. Г. Лошаков. – Москва : ВНИИА, 2015. – 300 с. – ISBN 978-5-9238-0204-7.

9. Тойгильдин, А. Л. Научно-практическое обоснование биологизации земледелия и воспроизводство плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Поволжья : спец. 06.01.01 «Общее земледелие, растениеводство : диссертация на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук / Тойгильдин Александр Леонидович ; Самарская государственная сельскохозяйственная академия. – Ульяновск, 2017. - 424 с.

10. Добровольский, Г. В. Деградация почв – угроза экологического кризиса / Г. В. Добровольский, А. Н. Чумаков, Л. Е. Гринин // Куда движется век глобализации : сборник статей / под редакцией А. Н. Чумакова, Л. Е. Гринина. – Волгоград, 2014. – С. 192-203.

11. Gondek, K. Sklad frakcyjny prochnicy czarnoziemiu zdegradowanego w zalenosci od

gatunku przyoranych roślin poplonowych / K. Gondek, T. Zajac // Acta agraria et silvestria. Ser. Agraria. – Krakow, 2004. – Vol. 41. – P. 3-12.

12. Мудрых, Н. М. Опыт использования растительных остатков в почвах нечерноземной зоны России (обзор) / Н. М. Мудрых, И. А. Самофалова // Пермский аграрный вестник. – 2017. – № 1. – С. 88-97.

13. Башков, А. С. Влияние биологизации земледелия на плодородие дерновоподзолистых почв и продуктивность полевых культур / А. С. Башков, Т. Ю. Бортник // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 1(93). – С.16-19.

14. Lou, Y. The effect of straw management and reduced tillage on soil N and P / Y. Lou // Zhejiang Agr. Univ. – 1994. - Vol. 24, № 4. - P. 359-363.

THE ROLE OF ORGANIC FERTILIZERS (STRAW, GREEN MANURE, CROP-ROOT REMAINS) IN HUMUS REPRODUCTION AND PRESERVATION IN THE SOIL

Kulikova A.Kh., Yashin E.A., Cherkasov E.A., Volkova E.S.

**Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Ulyanovsk State Agrarian University,
432017, Ulyanovsk, Novyi Venets boulevard 1,
tel: 8(8422)55-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru**

Key words: typical black soil, humus, crop rotation, agricultural crops, productivity.

The paper presents results of the studies on assessment of the role of organic substances created in crop rotation agrocenoses and used as fertilizer for agricultural crops (straw, green manure, crop-root residues). The studies were carried out in a five-field grain crop rotation with alternation: vetch-oat mixture as a green manure crop - winter wheat - millet - spring wheat - barley. The scheme of the experiment consisted of six variants with application of organic, organo-mineral and mineral fertilizers: 1. Control (green manure); 2. Straw of the forecrop; 3. Straw of the forecrop+ 10 kg of nitrogen (urea) per 1 ton of straw; 4. Straw of the forecrop+ Biocomposite-correctbiological preparation; 5. Biocomposite-correctbiopreparation; 6. NPK (doses of fertilizers for the planned yield of winter wheat 4.5 t/ha, millet 4.0 t/ha, spring wheat 4.0 t/ha, barley 4.0 t/ha). It was found that usage of straw as an organic fertilizer contributes to an increase of crop yields in the first year of application. Its effectiveness is greatly increased in combination with a nitrogen supplement and a biological product: the increase of grain yield was (depending on crops) from 0.19 to 0.51 t/ha. The amount of organic matter entering the soil per 1 hectare of crop rotation area in case of combined usage of green manure, straw and crop-root residues was 2 times higher than the control variant (green manure). Complete reproduction and preservation of humus content is possible in case of combined usage of green manure, straw, crop-root residues and biological preparations as organic fertilizers in order to improve the conditions of their decomposition.

Bibliography:

1. Fokin I.D. Ideas of V.V. Dokuchaev and the problem of soil organic matter / I.D.Fokin // Soil Science. - 1996. - № 2. - P. 187-196.
2. Cherkasov, E. A. Dynamics of the main fertility parameters of arable soils in Ulyanovsk region for 50 years / E. A. Cherkasov // Achievement of science and technology of the agro-industrial complex. - 2014. - № 7. - P. 27-29.
3. Cherkasov, E. A. Dynamics of agrochemical parameters of black soil fertility of Ulyanovsk region for 2000–2015. / E. A. Cherkasov, A. Kh. Kulikova // Soil science - food and environmental security of the country: abstracts of the VII Congress of the Soil Science Society named after V.V. Dokuchaev and the All-Russian Scientific Conference with International Participation. - Moscow-Belgorod: Belgorod Publishing House, 2016. - Part I. - P. 135-136.
4. Chekmarev, P. A. Fertility monitoring of the arable soils in the Central Black Soil regions of Russia / P. A. Chekmarev, S. V. Lukin // Agrochemistry. - 2013. - № 4. - P. 11-22.
5. Efficiency of long-term usage of organic and mineral fertilizers on soddy-podzolic light loamy soil / G. E. Merzlaya, G. A. Zyabkina, T. P. Fomkina, A. V. Kozlova, O. V. Makshakova, S. P. Voloshin, O. M. Khromova, I. V. Pankratenkova // Agrochemistry. - 2012. - P. 37-46.
6. Kulikova, A. Kh. Reproduction of biogenic resources in ecosystems and regulation of soil fertility of the Volga forest-steppe lack soil: spec. 06.01.01: abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences / Kulikova Alevtina Khristoforovna. - Kinel, 1997. - 40 p.
7. Kiryushin, V. I. The problem of ecologization of agriculture in Russia (Belgorod model) / V. I. Kiryushin // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. - 2012. - № 12. - P. 3-9.
8. Loshakov, V. G. Green fertilizer in Russian agriculture / V. G. Loshakov. - Moscow: All-Russian Research Institute of Automation, 2015. - 300 p. – ISBN 978-5-9238-0204-7.
9. Toygildin, A. L. Scientific and practical substantiation of biologization of agriculture and reproduction of soil fertility of the black soil of the leached forest-steppe of the Volga region: spec. 06.01.01 "General farming, crop production: dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences / Toygildin Alexander Leonidovich; Samara State Agricultural Academy. - Ulyanovsk, 2017. - 424 p.
10. Dobrovolskiy, G. V. Soil degradation as a threat of ecological crisis / G. V. Dobrovolskiy, A. N. Chumakov, L. E. Grinin // Where the age of globalization is moving: collection of articles / edited by A. N. Chumakov, L. E. Grinin. - Volgograd, 2014. - P. 192-203.
11. Gondek, K. Składfrakcyjnyprochnicyczarnoziemuzdegradowanego w zalenosci od gatunkuprzyoranychroslinpoplonowych / K. Gondek, T. Zajac // Acta agraria et silvestria. Ser. Agraria. – Krakow, 2004. – Vol. 41. - P. 3-12.
12. Mudrykh, N. M. Experience of usage of crop residues in the soils of the non-black soil zone of Russia (review) / N. M. Mudrykh, I. A. Samofalova // Perm Agrarian Vestnik. - 2017. - № 1. - P. 88-97.
13. Bashkov, A. S. Influence of biologization of agriculture on fertility of soddy-podzolic soils and productivity of field crops / A. S. Bashkov, T. Yu. Bortnik // Agrarian Vestnik of the Urals. - 2012. - № 1 (93). - P.16-19.
14. Lou, Y. The effect of straw management and reduced tillage on soil N and P / Y. Lou // Zhejiang Agr. Univ. - 1994. - Vol. 24, № 4. - P. 359-363.