

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД И РЕЖИМ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ

Г.Ю. Рабинович, доктор биологических наук, Е.А. Подолян,
Т.С. Зинковская, кандидат сельскохозяйственных наук

Федеральный исследовательский центр Почвенный институт имени В.В. Докучаева,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Показано, что осадок сточных вод, образованный в процессе очистки сточных канализационных вод, содержит значительное количество органического вещества, азота и зольных элементов, которые могут быть использованы растениями. Приведены результаты трехлетнего мелководного опыта на дерново-подзолистой почве, в котором изучали действие осадка сточных вод, внесенного с опилками, торфом, соломой в разном соотношении в суммарной норме 60 т/га. Исследовали показатели режима органического вещества почвы: содержание, запасы, групповой и фракционный состав. Применяемые с осадком сточных вод субстраты достоверно увеличивали все показатели относительно контрольного варианта опыта (без удобрений). Отмечена тенденция снижения удобрительного действия при расширении соотношения между осадком сточных вод и дополнительными органическими компонентами – от 1:1 к 1:3. Выявлено преимущество осадка, примененного в свежем виде вместе с торфом или опилками в соотношении 1:1, по сравнению с компостом на основе осадка сточных вод.

USE OF SEWAGE SLUDGE AND ORGANIC MATTER REGIME OF SOD-PODZOLIC SOIL

Rabinovich G.Yu., Podolyan E.A., Zinkovskaya T.S.

Federal Research Center V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
119017, Moskva, Pyzhevsky per., 7, str. 2
E-mail: 2016vniimz-noo@list.ru

Sewage sludge formed during the treatment of sewage contains a significant amount of organic matter, nitrogen and ash elements that can be used by plants. The paper pre-sents the results of a three-year shallow plot experiment on sod-podzolic soil, in which the effect of sewage sludge introduced together with sawdust, peat, straw in a different ratio in the total norm of 60 t/ha was studied. The indicators of the regime of organic matter of the soil were studied: content, reserves, group and fractional composition. The substrates used with sewage sludge provided a significant increase in all indicators relative to the control experiment (without fertilizers). A tendency toward a decrease in the fertilizing effect with an expansion of the ratio between sewage sludge and additional organic components from 1:1 to 1:3 was noted. The ad-vantage of sewage sludge, which was introduced fresh together with peat or sawdust in a ratio of 1:1, in comparison with compost based on sewage sludge, was revealed.

Ключевые слова: осадок сточных вод, органическое вещество почвы, торф, опилки, солома

Key words: sewage sludge, soil organic matter, peat, sawdust, straw

Наметившийся в последние десятилетия резкий спад получения органических удобрений в нашей стране вызван уменьшением животноводческого сектора сельского хозяйства. Такие изменения сказались на растениеводстве ввиду снижения плодородия почвы. Доказано [1], что для воспроизводства гумуса необходимо вносить свыше 6 т/га органических удобрений в год, в то время как в ряде регионов средней полосы РФ их применение ограничено. Таким образом, текущего объема традиционных органических удобрений, в том числе поступающих за счет заправки сидератов и соломы, недостаточно для нужд современного земледелия.

Исследования последних лет [2-4] показали, что компостирование осадка сточных вод дает возможность получить ценное органическое удобрение. Однако сдерживающим фактором широкомасштабного производства подобных компостов является недостаток материально-финансовых средств. Кроме того, качественные компосты получают при неоднократной перебивке смеси, на что затрачивается значительное время. С учетом этих факторов требуются менее затратные возможности применения осадка сточных вод (ОСВ) в земледелии. Один из таких способов – внесение ОСВ в свежем виде с органическими субстратами – торфом, опилками или соломой [5-11].

Помимо задачи воспроизводства плодородия почвы при участии ОСВ существует также не менее актуальная проблема современного общества. С ростом численности городов усиливается деятельность городских канализационных очистных сооружений. Сточные воды от промышленных предприятий, ливневых стоков и жилых зданий попадают в отстойники, где в метантенках и образуются ОСВ. Их объем насчитывает 1000 м³ в сутки. Осадки располагаются на иловых картах на территории очистных сооружений и занимают значительную площадь. Эффективные технологии утилизации и обезвреживания ОСВ не разработаны, поэтому осадки хранятся десятилетиями.

В связи с этим целью настоящих исследований был поиск путей эффективного применения осадка сточных вод в агропромышленном комплексе, наиболее целесообразные нормы их внесения на основе мониторинга почвы и с учетом урожая полевых культур.

Методика. Полевой опыт проводили на опытном участке Тверской государственной сельскохозяйственной академии в 2015-2017 гг. Почва участка – дерново-среднеподзолистая глееватая супесчаная на флювиогляциальных отложениях, подстилаемых мореной. До закладки опыта пахотный горизонт имел слабокислую реакцию (pH_{KCl} 5,7), высокую обеспеченность подвиж-

ным фосфором (241 мг/кг почвы) и среднюю – обменным калием (124 мг/кг почвы). Содержание гумуса в почве не превышало 1,3%, а степень насыщенности основаниями – 60%.

Исследуемый осадок сточных вод получен на территории очистных сооружений предприятия «Тверь Водоканал». Органические субстраты, дополнительно вносимые в почву с ОСВ, выбраны с учетом их распространенности в Центральной Нечерноземной зоне России и, в частности, в Тверской области. К ним относятся еловые опилки, ржаная солома, низинный торф. Перед закладкой опыта был выполнен химический анализ (табл. 1) всех исходных органических компонентов с применением методов по ГОСТ [12-17]. Результаты бактериологического анализа ОСВ не выявили патогенной микрофлоры.

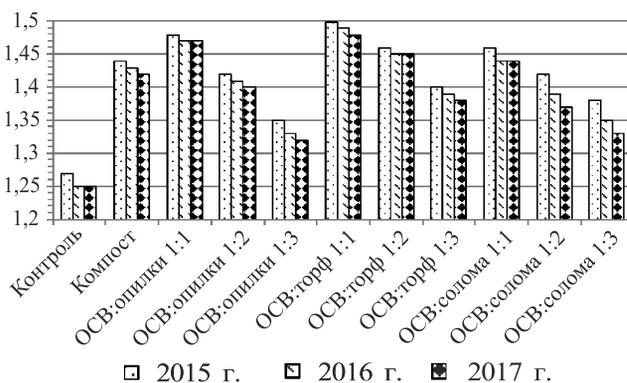
ОСВ вносили весной 2015 г. под весеннюю вспашку совместно с органическими субстратами в разном соотношении (1:1, 1:2, 1:3), суммарная норма внесения – 60 т/га. Контролем служил вариант без удобрений. В качестве контроля использовали также вариант с компостом, приготовленным на основе ОСВ и опилок (60 т/га), заготавливаемым на территории станции очистных сооружений сточных вод. Таким образом, схема опыта представлена следующими вариантами: 1 – без удобрений (контроль); 2 – компост; 3 – ОСВ:опилки 1:1; 4 – ОСВ:опилки 1:2; 5 – ОСВ:опилки 1:3; 6 – ОСВ:торф 1:1; 7 – ОСВ:торф 1:2; 8 – ОСВ:торф 1:3; 9 – ОСВ:солома 1:1; 10 – ОСВ:солома 1:2; 11 – ОСВ: солома 1:3. Эксперимент проводили в зернотравном звене полевого севооборота со следующим чередованием культур: викоовсяная смесь (овес сорта Кречет, вика яровая сорта Льговская-22), озимая рожь сорта Татьяна, яровой ячмень сорта Гонар.

При исследовании содержания органического вещества почвы и его группового и фракционного состава применяли методику Тюрина в модификации Пономаревой и Плотниковой [18].

Результаты и обсуждение. ОСВ, внесенный в почву с различными органическими субстратами, а также готовый компост способствовали приросту органического вещества во всех вариантах с удобрением (рис.). В год прямого действия наибольшее количество органического вещества (1,50%, прибавка к контролю – 0,23%) обнаружено при внесении смеси ОСВ с торфом в соотношении 1:1. Сопоставимое увеличение отмечено в вариантах ОСВ с опилками и ОСВ с соломой, когда прибавка к контролю достигла соответственно 0,21 и 0,19%.

Табл. 1. Химический состав исходных органических субстратов

Показатель	ОСВ	Опилки	Торф	Солома	Компост
Влажность, %	67	69	61	12,3	52,0
Зольность, %	33	9,8	10,2	29	10,7
pH _{KCl}	7,5	4,8	5,1	-	6,1
N _{общ.} , %	3,43	4,8	5,1	0,43	2,10
P ₂ O ₅ _{общ.} , %	1,70	0,46	0,35	0,8	0,33
K ₂ O _{общ.} , %	0,29	0,3	0,15	0,8	0,15
C _{орг.} , %	33,6	45,0	44,9	46,6	44,3
C/N	9,8	125,2	16,0	108	21,0



Содержание органического вещества в дерново-подзолистой почве в вариантах опыта, % на сухую массу.

Следует отметить, что эти доминирующие варианты имели соотношение ОСВ с наполнителями 1:1, другие сочетания обеспечивали прибавку органического вещества в почве от 0,08 до 0,15%. Так, вариант ОСВ:опилки в соотношении 1:3 характеризовался минимальным содержанием органического вещества – прибавка к контролю составила только 0,08%. Кроме того, влияние ОСВ с органическими наполнителями в соотношении 1:1 на содержание органического вещества в почве оказалось эффективнее действия готового компоста, при этом разница составила 0,02% (с соломой), 0,04% (с опилками) и 0,06% (с торфом).

Схожая тенденция была и во второй год исследований. Наибольшее содержание органических соединений выявлено в варианте с использованием ОСВ с торфом в соотношении 1:1 (1,49%, прибавка к контролю – 0,24%), а также ОСВ с опилками в таком же соотношении – прибавка к контролю составила 0,22%. Другие варианты обеспечили положительную, но значительно меньшую прибавку в содержании органического вещества.

В течение всех лет исследований продолжалось убывание органических соединений во всех вариантах. Безусловно, такая закономерность связана с постепенной минерализацией ОСВ в почве, отмечаемой также другими авторами [8, 11]. Относительную сохранность органического вещества наблюдали в вариантах с совместным применением ОСВ с опилками или торфом в соотношении 1:1. Содержание в них составило 1,47-1,48%, что на 0,22-0,23% выше, чем в контрольном варианте. Влияние на этот показатель готового компоста, получаемого на станции очистных сооружений, было несколько ниже: содержание органического вещества составило 1,42%.

Все вносимые в почву смеси обеспечили прибавку запасов органического вещества (табл. 2) по сравнению с контрольным вариантом. Максимальное их увеличение в среднем за 3 года отмечено в варианте, где вносили смесь ОСВ:торф 1:1 (прибавка к контролю составила 6,54 т/га). Высокие результаты с математически доказанной прибавкой к контрольному варианту были также у смеси ОСВ:опилки 1:1 (прибавка к контролю – 5,99 т/га), ОСВ:торф 1:2 (прибавка к контролю – 5,44 т/га), ОСВ:солома 1:1 (прибавка к контролю – 5,02 т/га). Самые низкие значения показателя выявлены при внесении смесей ОСВ:опилки 1:3 (прибавка к контролю – 2,22 т/га) и ОСВ:солома 1:3 (прибавка к контролю – 2,84 т/га). Запасы органического вещества в почве при использовании компоста на основе осадков оказались существенно ниже, чем в вариантах ОСВ с опилками

Табл. 2. Запасы органического вещества (т/га) в пахотном слое (0-20 см) дерново-подзолистой почвы

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Среднее
Контроль	34,29	33,75	33,04	33,69
Компост	38,88	38,61	38,49	38,66
ОСВ:опилки:				
1:1	39,96	39,68	39,41	39,68
1:2	38,34	38,07	37,83	38,08
1:3	36,45	35,91	35,37	35,91
ОСВ:торф:				
1:1	40,50	40,23	39,95	40,23
1:2	39,42	39,15	38,82	39,13
1:3	37,80	37,53	37,16	37,50
ОСВ:солома:				
1:1	39,16	38,88	38,09	38,71
1:2	38,32	37,53	36,91	37,59
1:3	37,26	36,45	35,87	36,53
НСР _{0,5}	0,69	0,98	0,95	0,87

или торфом в соотношении 1:1. Широкое соотношение ОСВ к применяемым субстратам (1:3) было неэффективным в сравнении с компостом по исследуемому показателю.

Известно, что органические удобрения не только увеличивают общее содержание органического вещества, но и улучшают его групповой состав. Динамику изменения группового состава органического вещества почвы во всех вариантах изучали в течение трех лет трансформации удобрений (табл. 3).

Исходный состав органического вещества дерново-подзолистой супесчаной почвы относится к фульватно-гуматному типу: ГК:ФК составило 0,87%, доля

агрессивной фракции ФК – 8,2%, негидролизуемого остатка – 19,6%. Состав органического вещества в контрольном варианте за годы исследований практически не изменился и сохранил исходный тип. Вероятно, это связано с тем, что в опыте помимо применения ОСВ в контрольном варианте возделывали зерновые культуры, от которых в почву в виде растительных остатков поступало определенное количество биомассы, обеспечивающее постоянство общего содержания органического вещества в почве, его группового и фракционного состава. В первый год трансформации органических смесей во всех вариантах с удобрением наблюдали повышение содержания органического вещества в плодородном слое почвы преимущественно за счет увеличения в его составе количества гуминовых кислот.

Отечественные исследователи [19, 20], описывая возрастание гуминовых кислот в групповом составе органического вещества при использовании органических удобрений, пришли к мнению, что причина кроется во внесении в почву непосредственно свободных гуминовых кислот, входящих в состав удобрений. В меньшей мере применение ОСВ с органическими субстратами повлияло на изменение количества фульвокислот.

В нашем опыте отмечено снижение концентрации ФК в почве вариантов с применением ОСВ и торфа (39,7–42,3%). Изменения коснулись в основном ФК фракции 2 (более устойчивая, связанная с кальцием) – прослеживалась тенденция к ее возрастанию, а также фракции 3 (связанная с устойчивыми глинистыми соединениями в виде полуторных окислов алюминия и железа) – в некоторых вариантах их количество снизилось.

В 2015 г. наиболее заметно возросло содержание гуминовых кислот при внесении ОСВ с опилками и ОСВ с торфом при соотношении 1:1. Прибавка относительно контроля составила соответственно 5,2 и 4,7%. Выявлена существенная разница между этими видами субстратов. В вариантах с другими видами удо-

Табл. 3. Состав органического вещества (% к общему С) дерново-подзолистой супесчаной почвы в слое 0-20 см

Вариант	2015 г.				2016 г.				2017 г.			
	Σ _{ГК}	Σ _{ФК}	ГК/ФК	С-негидролизуемого остатка	Σ _{ГК}	Σ _{ФК}	ГК/ФК	С-негидролизуемого остатка	Σ _{ГК}	Σ _{ФК}	ГК/ФК	С-негидролизуемого остатка
Контроль	37,1	43,1	0,86	19,8	37,0	43,3	0,86	19,7	36,8	43,6	0,84	19,6
Компост	39,1	43,4	0,90	17,5	38,5	42,7	0,90	18,8	38,2	42,0	0,91	19,8
ОСВ:опилки:												
1:1	42,3	42,7	0,99	15,0	40,8	41,6	0,99	17,6	39,4	40,4	0,98	20,2
1:2	40,1	42,9	0,93	17,0	39,7	41,8	0,93	18,5	39,0	40,9	0,95	20,1
1:3	39,1	43,4	0,90	17,5	38,5	42,7	0,90	18,8	37,8	41,5	0,91	20,7
ОСВ:торф:												
1:1	41,8	41,0	1,02	17,2	41,2	41,6	0,99	17,2	40,6	42,3	0,96	17,1
1:2	39,9	40,7	0,98	19,4	39,4	41,0	0,98	19,6	38,9	41,4	0,94	19,7
1:3	38,6	40,8	0,95	20,6	37,8	39,8	0,95	20,4	37,1	39,7	0,93	20,2
ОСВ:солома:												
1:1	40,2	41,0	0,98	18,8	40,0	42,7	0,98	17,3	39,4	43,2	0,91	17,4
1:2	39,6	43,0	0,92	17,4	39,2	42,9	0,92	17,9	38,7	42,7	0,91	18,6
1:3	38,9	43,7	0,89	17,4	38,2	43,9	0,90	17,9	37,6	43,8	0,88	18,8
НСР _{0,5}	0,7	1,1	0,04	0,4	0,7	1,2	0,04	0,4	0,7	1,3	0,04	0,4

бреней увеличение концентрации ГК оказалось ниже (1,5-3,1%). Наряду с изменением их содержания, произошло некоторое перераспределение фракционного состава. В составе ГК в большей степени изменилось содержание фракции 1 (наиболее подвижная, связанная с несиликатными формами полуторфных окислов), слабо взаимодействующей с минеральной частью почвы. В большей степени увеличение этой фракции наблюдали в варианте со смесью ОСВ:торф 1:1 (прибавка к контролю достигала 4,0%), в меньшей – при внесении в почву смеси ОСВ с органическими наполнителями в соотношении 1:3, а также компоста. Количество ГК фракции 1 было выше, чем в контрольном варианте, на 1,3-2,0%.

Во второй год действия удобрений выявлено незначительное увеличение содержания как гуминовых, так и фульвокислот. Так, повышением доли ГК выделился вариант со смесью ОСВ:опилки в соотношении 1:1, прибавка за год составила 1,5%. К концу вегетационного периода первого года последствий удобрений ГК:ФК снизилось на 0,01-0,02%. Наиболее широкое значение этого показателя, как и в предыдущий год исследований, отмечено в вариантах ОСВ:опилки и ОСВ:торф в соотношении 1:1 (0,99 и 1,02% соответственно). Улучшение состава органического вещества произошло в основном за счет возрастания количества ГК фракции 1. Изменения в содержании органического вещества повлияли на соотношение между ГК и ФК во всех вариантах с удобрением так, что к концу первого года последствий оно составило 0,90-0,99%, в контроле едва достигало 0,86%.

На третий год опыта относительно второго года произошло заметное снижение концентрации ГК во всех вариантах на 0,2-1,4%. За счет этого сузилось отношение ГК к ФК, меньше всего в контрольном варианте (на 0,2%). Подобный результат может быть связан с тем, что опилки, торф и солома являются аэрирующими, влагопоглощающими материалами, поддерживающими условия, необходимые для успешной минерализации органических веществ [21]. В течение 3 лет эксперимента отмечена тенденция увеличения гуминовых кислот за счет повышения концентрации ГК свободной фракции 1, которая ввиду слабых связей с почвенными частицами способна в скором времени минерализоваться [1].

Современные исследования в области агрохимии [19, 22] также доказывают, что внесение в почву органических удобрений в отличие от минеральных значительно влияет на содержание фракций ГК и ФК в составе гумуса. По данным Богатыревой Е.Н. и др. [19], внесение 40-60 т/га органических удобрений за севооборот оказывает большее воздействие на обеспеченность гумуса гуминовыми кислотами и прежде всего агрономически ценной фракцией 2, при этом содержание подвижных фракций фульвокислот снижается.

Концентрация негидролизуемого осадка органического вещества в течение эксперимента несколько возрастала в вариантах, в которых доля торфа, опилок, соломы относительно ОСВ увеличивалась. Можно предположить, что существует связь с наличием трудно разлагаемых компонентов органических субстратов, в частности, органолигнинных соединений, которые менее интенсивно минерализуются [23]. В результате математической обработки результатов опыта выявлено незначительное влияние ОСВ на концентрацию ФК в почве, в то время как содержание ГК изменялось существенно в зависимости от варианта.

Таким образом, на основании наших исследований можно сделать вывод о том, что осадок сточных вод

оказывает удобрительное действие на дерново-подзолистую супесчаную почву, влияет на режим органического вещества. ОСВ, применяемый совместно с опилками, торфом или соломой, приводит к увеличению концентрации органического вещества пропорционально объему внесенного осадка. Кроме того, он обладает эффектом последствия в отношении содержания и состава органического вещества.

Лучший результат получен при применении ОСВ с торфом или опилками в соотношении 1:1. Готовый компост уступал этим вариантам по содержанию органического вещества на 0,04-0,06%. Выявлен положительный эффект субстратов в отношении фракционного и группового состава органического вещества. Внесение ОСВ способствовало увеличению отношения ГК к ФК по сравнению с контролем на 0,02-0,16 за счет обогащения почвы гуминовыми кислотами.

Литература

1. *Агрохимия на службе земледелия / Под редакцией С.И. Поповой. – Пермь, 1981. – 283 с.*
2. *Лучицкая О.А., Севостьянов С.М. Воздействие осадков сточных вод на почву и растения // Агрохимия. – 2007. – № 9. – С. 80-84.*
3. *Селивановская С.Ю., Курицын И.Н., Савельев А.А. Оценка эффективности применения нетрадиционного удобрения на основе осадков сточных вод // Агрохимия. – 2007. – № 5. – С. 68-75.*
4. *Пескарев А.А., Яшин И.М., Касатиков В.А. Агрохимические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы при применении удобрений на основе осадка сточных вод // Плодородие – 2011. – № 1. – С. 9-10.*
5. *Жигарева Ю.В., Мерзлая Г.Е. Агроэкологическая оценка эффективности осадков сточных вод на дерново-подзолистых почвах Тверской области // Плодородие – 2018. – № 2. – С. 49-51.*
6. *Убузунев Л.Л., Бадмаев А.Б., Дорошкевич С.Г. Влияние осадков сточных вод на урожайность и качество картофеля // Растениеводство. – 2007. – № 10. – С. 28-33.*
7. *Александрова Л.Н., Михайлов Л.Н. Энергетическая и экономическая оценка применения осадков городских сточных вод // Агрохимический вестник. – 2008. – № 5. – С. 12-13.*
8. *Сысоев В.А., Косолапова А.И., Васбиева М.Т. Изменение плодородия дерново-подзолистой почвы Предуралья при внесении отходов промышленности органического происхождения // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – № 4. – С. 33-35.*
9. *Тиньгаев А.В. Оценка влияния осадка сточных вод на урожай зерна и микробиологическую активность почвы // Агрохимический вестник. – 2010. – № 4 – С. 38-40.*
10. *Малинина М.С. Изменение распределения химических элементов в профиле дерново-подзолистой почвы после длительного применения осадков сточных вод // Почвоведение. – 2012. – № 12. – С. 1269-1277.*
11. *Васенев И.И., Сюняев Н.К., Бадарч Б. Агроэкологическая оценка характерных для Калужской области старопашотных легких дерново-подзолистых почв после неоднократного применения свежих и обезвоженных осадков сточных вод // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 10. – С. 53-57.*
12. *ГОСТ 26715-85 Удобрения органические. Методы определения общего азота. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 12 с.*

13. ГОСТ 26717-85 Удобрения органические. Метод определения общего фосфора. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 6 с.
14. ГОСТ 26718-85 Удобрения органические. Метод определения общего калия. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 19 с.
15. ГОСТ 26712-94 Удобрения органические. Общие требования к методам анализа – М.: Издательство стандартов, 1995. – 10 с.
16. ГОСТ 27979-88 Удобрения органические. Методы определения рН. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 6 с.
17. ГОСТ 26713-85 Удобрения органические. Метод определения влаги и сухого остатка. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 10 с.
18. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). – Л.: Наука, 1980. – 232 с.
19. Богатырева Е.Н., Серая Т.М., Бирюкова О.М., Мезенцева Е.Г., Бирюков Р.Н. Изменение фракционно-группового состава гумуса дерново-подзолистых легкосуглинистой и супесчаной почв под влиянием разных систем удобрения // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2(47). – С. 62-70.
20. Трешкин И.А. Влияние органических компостов на продуктивность зернотравяного звена севооборота и плодородие дерново-подзолистых почв Центрального Нечерноземья: автореф. дис. канд. с.х. н. – Тверь: ТГСХА, 2005. – 36 с.
21. Кривоногов П.С., Кривоногова А.С. Гриценко В.Л., Донник И.М. Способ биотехнологичной переработки помета в птицеводстве. Патент России 2016107982. – 2017. – Бюл. № 8. – 7 с.
22. Титова В.И., Артемьева З.С., Архангельская А.М. Агрогенная трансформация органического вещества светло-серой лесной легкосуглинистой почвы (по исследованиям в длительном опыте) // Известия ТГСХА. – 2013. – Вып. 3. – С. 18-30.
23. Касатиков В.А., Анисимова Т.Ю., Шабардина Н.П. К вопросу о мелиоративном влиянии систематического применения осадка городских сточных вод на агроэкологические свойства слабоокультуренной дерново-подзолистой почвы // Мелиорация. – 2018. – № 3 (85). – С. 78-84.

Поступила в редакцию 12.02.20
Принята к публикации 20.02.20