



Рис. 3. Динамика изменения мощности дозы гамма-излучения в природно-сельскохозяйственных зонах Омской области

Литература

1. Ильин В.Б. Химические элементы в системе почва-растение / Под ред. В.Б. Ильина. – Новосибирск: Наука, 1982. – 113 с.
2. Красницкий В.М. Агрохимическая и экологическая характеристика почв Западной Сибири: Монография. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 144 с.

AGROECOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PAVING SOILS OF OMSK REGION

V.M. Krasnitskiy, A.G. Shmidt, O.A. Matveychik

Omskiy Center of Agricultural Service, Koroleva p r.34, 644012 Omsk, Russia, E-mail: krasnitskiy@omsknet.ru

Conduction of long-term ecological and toxicological surveys of the natural and agricultural zones of the Omsk region made it possible to characterize the agroecological state of arable soils in the region and to investigate changes in the content of pollutants in them. The dynamics of changes in gross and mobile forms of heavy metals, residual pesticides and radiological indices over a five-year period is analyzed. The results of long-term observations of changes in the ecological quality of soils of agricultural lands and the possibility of obtaining safe and clean agricultural products have been summed up.

Key words: monitoring, inspection, soil, reference sites, pollutants, heavy metals, pesticides, radionuclides.

УДК 631.95:628.381.1

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕВОМ ОПЫТЕ

В.А. Касатиков, д.с.-х.н., Н.П. Шабардина, ВНИИОУ В.А. Раскатов, к.б.н., РГАУ-МСХА
kasv47@yandex.ru; raskatovv@list.ru

Представлены результаты длительного опыта по изучению действия и последствий систематического применения осадка городских сточных вод, известкования на агроэкологические свойства дерново-подзолистой супесчаной почвы, урожайность и макроэлементный состав зерновых культур. Установлено положительное пролонгированное его влияние на эти показатели.

Ключевые слова: осадок сточных вод, почва, урожайность, тяжелые металлы.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.14

Осадки сточных вод (ОСВ) и бытовые органические отходы являются одними из основных отходов производственной деятельности человека. Ежегодная масса производимых в России ОСВ при влажности 75% составляет 12,8 млн т. Утилизация осадков сточных вод является решаемой проблемой в земледелии. Применение осадка городских сточных вод для удобрения в исходном состоянии или в составе компоста – один из приемов его утилизации, способствующих решению экологической проблемы [1, 2].

ОСВ и удобрения на их основе, благодаря высокому содержанию органического вещества, улучшают плодородие почвы и её агрофизические свойства, повышают урожайность сельскохозяйственных культур. Внешение ОСВ и компостов на их основе в почву проявляется во влиянии на агрохимические свойства почв, увеличении запасов органического вещества, усилении нитрификации в пахотном слое, возрастании биологической активности почвы, увеличении количества целлюлозоразлагающих бактерий и уменьшении доли плесневых грибов. Особенно отчетливо почвоулуч-

3. Красницкий В.М., Матвейчик О.А., Шмидт А.Г., Бобренко И.А. Агроэкологический мониторинг почв на правом берегу Иртыша лесостепной зоны Западной Сибири // Плодородие. – 2016. – №3. – С. 33-36.
4. Красницкий В.М. Оценка и прогнозирование техногенного загрязнения почв // Вестник ОмГАУ. – 1999. – №2 – С. 31-35.
5. Матвейчик О.А. Экологические проблемы региона и пути их решения. Материалы национальной научно-практической конференции с международным участием, проводимой в рамках Сибирского экологического форума «Эко-ВООМ» «Основные экологические проблемы земледелия Омской области» — Омск: Литера, 2016. - С. 201-206.
6. Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных и контрольных участках. – М.: Росинформагротех, 2006. – 76 с.
7. Методические указания по агрохимическому обследованию почв сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства на содержание тяжелых металлов, остаточных количеств пестицидов и радионуклидов. – М.: ЦИНАО, 1982. – 59 с.
8. Минеев В.Г., Алексахин Р.М., Лебедева Л.А., Овчаренко М.М. и др. Материалы научно-практической конференции: «Тяжелые металлы и радионуклиды в агроэкосистемах» / Под ред. академика В.Г. Минеева. – М., 1992. – 292 с.
9. Мищенко Л.Н., Семенкин А.И., Убогов В.И. Диагностика и классификация почв Западной Сибири и их сельскохозяйственное использование: учеб.пособие. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 68 с.
10. Пивоваров Ю.П. Радиационная экология: Учеб.пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Академия, 2004. – 240 с.
11. Шмидт А.Г., Матвейчик О.А. Красницкий В.М. Экологические проблемы АПК Омской области // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной III Манякинским чтениям: «Зеленая экономика»: риски, выгоды и перспективы с точки зрения устойчивого развития". – Омск, 2014. - С. 419-426.

шающие свойства данных органических удобрений проявляются на песчаных, супесчаных и малоплодородных деградированных почвах [3, 4].

Цель исследования - изучить последствие систематического применения осадка городских сточных вод, известкования и торфогулинового удобрения на урожайность и макроэлементный состав зерновых культур.

Методика. Исследования проводили на опытном поле ВНИИОУ в 2016-2017 гг. Стационарный опыт заложен в 1984 г. и занесен в Реестр Географической сети опытов с удобрениями РФ. Аэробно-стабилизированные осадки сточных вод с очистных сооружений г. Владимира вносили ежегодно с 1984 по 1995 гг., а также периодически в 2000, 2006, 2010 и 2015 гг. осенью в сочетании с известкованием доломитовой мукой в дозах 3, 6, 9 т/га в 1984, 1990, 1995, 2006 и 2015 гг. Суммарные дозы ОСВ составили 180-1440 т/га (50 % влажности). Известкование проводили доломитовой мукой. Повторность 6-кратная. Размер делянки 1,5 x 2 м, учетная площадь 3 м². По периметру опыта защитная полоса шириной 0,4 м, общая площадь опыта 300 м².

Почва опытного участка - дерново-подзолистая на двучленных ледниковых отложениях. Пахотный и иллювиальный горизонты находятся в толще супесчаного отложения, перекрывающего тяжелый моренный суглинок.

Исследования проводили в звене севооборота озимая рожь - яровая тритикале. Предшественник - люпин. В 2016 г. исследования осуществляли на озимой ржи, сорт Память Кондратенко, а в 2017 г. - на яровой тритикале, сорт Россия.

Озимая рожь посеяна 25 августа 2015 г., а яровая тритикале - 3 мая 2017 г. В период вегетации озимой ржи и яровой тритикале осуществляли фенологические наблюдения. В почвенных и растительных образцах после уборки урожая определяли агрохимические показатели общепринятыми методами.

В опыте использовали ОСВ с очистных сооружений г. Владимира. Данный ОСВ представляет собой после 2-3-летнего мезофильного компостирования в буртах рассыпчатую однородную темно-серую массу. Он обладает рядом положительных свойств: содержит до 14% органического углерода, имеет нейтральную реакцию. ОСВ характеризуется достаточно высокой зольностью, что связано с технологическими особенностями его формирования. По содержанию питательных элементов осадок не сбалансирован, в его составе соединения фосфора преобладают над азотом и калием (табл. 1).

1. Агроэкологическая характеристика ОСВ

Показатель	2000 г.	2006 г.	2010 г.	2015 г.
Влажность, %	75,6	46,2	41,8	24,4
pH _{сол.}	7,2	6,8	6,8	7,9
N _{общ.} , %	1,42	1,26	0,98	0,84
P ₂ O ₅ общ., %	3,72	2,22	2,18	2,48
K ₂ O общ., %	0,51	0,51	0,41	0,32
N-NO ₃ , мг/кг	54,0	268,0	121,1	98,0

Микроэлементный состав осадка сильно варьирует по годам исследования. Концентрация биодоступных соединений металлов в ОСВ также сильно колеблется. Отмечается высокий уровень содержания подвижных форм Cd, Zn и Ni. В вытяжку ААБ от валового содержания ТМ в ОСВ переходило 9-30% Cd, 7-39 Zn и 4-26% Ni. Подвижность Cu и Pb значительно ниже: 3-7 и 1-2% соответственно (табл. 2).

2. Среднее содержание ТМ в ОСВ, мг/кг

Показатель	Cd	Zn	Cu	Ni	Pb
<i>Валовое содержание</i>					
ОСВ	80-145	3090-3135	873-1120	267-307	220-227
ГОСТ Р 17.4.3.07-2001	30	3500	1500	400	500
<i>Содержание подвижных форм (1М ААБ pH 4,8), мг/кг</i>					
ОСВ	7,1-43,3	225,0-215,0	25,7-79,2	15,8-107,0	1,5-2,4

Проведены исследования по влиянию длительного применения осадка городских сточных вод, доломитовой муки на миграцию макроэлементов в системе почва - культура (озимая рожь, яровая тритикале), агрохимические свойства почвы и растений, урожайность опытных культур.

В 2016 и 2017 гг. отбирали смешанные образцы из пахотного горизонта дерново-подзолистого почв. Озимую рожь и яровую тритикале убирали в фазе полной спелости, учет урожая проводили поделочно. Почвенные образцы отбирали почвенным буром в двух повторностях в слое 0-20 см.

Результаты и их обсуждение. Анализ изменения агрохимических свойств пахотного слоя почвы по последнему ранее внесенных ОСВ и действию ОСВ, внесенного осенью 2015 г., выявил снижение обменной кислотности почвы, особенно заметное в вариантах с максимальными дозами ОСВ и доломитовой муки. При этом сохраняется обратная зависимость Н_{гидр.} от уровня известкования почвы. По последнему ОСВ в текущем году сохранилась пропорциональная зависимость суммы поглощенных оснований от доз ОСВ и уровня известкования почвы. Их значения выросли с 7,28 до 8,42 мг-экв/100 г почвы. Данная зависимость обусловлена разложением под влиянием почвенного биоценоза основной массы внесенного ОСВ и как следствие разрушением органоминеральных комплексов в составе ОСВ с высвобождением катионов Ca²⁺ и Mg²⁺, а также фактором известкования. При этом емкость катионного обмена ППК находилась в пропорциональной зависимости от доз ОСВ и не зависела от уровня известкования почвы (табл. 3).

3. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на агроэкологическую характеристику дерново-подзолистого супесчаного почв, слой 0-20 см, 2016г.

Вариант опыта	pH _{ксл}	H _г	S (Ca+Mg)	EKO	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %
ОСВ*, т/га + дол. мука, т/га			мг-экв/100 г		мг/кг		
1. Контроль	6,50	0,54	7,28	7,82	490	33	1,51
2. 180 + 3	6,70	0,49	7,77	8,26	860	36	1,69
3. 360 + 3	6,70	0,48	8,00	8,48	1100	38	1,82
4. 720 + 3	6,70	0,46	8,18	8,64	1300	40	2,24
5. 1440 + 3	6,67	0,45	8,30	8,75	2020	43	2,78
6. 180 + 6	6,77	0,44	8,12	8,56	670	36	1,71
7. 360 + 6	6,82	0,43	8,24	8,67	1170	38	1,83
8. 720 + 6	6,82	0,43	8,25	8,68	1560	43	2,18
9. 1440 + 6	6,75	0,43	8,30	8,73	2280	46	2,97
10. 180 + 9	6,83	0,43	8,25	8,68	780	30	1,76
11. 360 + 9	6,86	0,42	8,33	8,75	990	38	1,89
12. 720 + 9	6,84	0,42	8,37	8,79	1600	40	2,23
13. 1440 + 9	6,83	0,41	8,42	8,83	2230	43	2,92

*Дозы ОСВ - суммарные за годы исследований.

Как известно, по содержанию фосфора ОСВ существенно превосходят традиционные виды органических удобрений. По этой причине в условиях интенсивного применения ОСВ наблюдаются выраженные изменения

фосфатного режима почвы. По действию ОСВ с высоким содержанием P_2O_5 (2,48) происходит рост значений $P_{2O_{5\text{подв.}}}$ в слое 0-20 см пропорционально дозам ОСВ в 1,7-4,1; 1,4-4,6 и 1,6-4,5 раза согласно уровням известкования.

По сравнению с фосфором содержание $K_2O_{\text{обм.}}$ в почве изменялось менее интенсивно из-за более низкой концентрации элемента в ОСВ, внесенном осенью 2015 г. (0,32 %) и колебалось в пределах 36-46 мг/кг (см. табл. 3).

Внесение в почву стабилизированного органического вещества в составе ОСВ способствовало сохранению высокого уровня гумусированности почвы [5]. Данная зависимость не связана с уровнем известкования почвы. Согласно данным таблицы 3, содержание гумуса в слое почвы 0-20 см находилось в прямой зависимости от величины суммарной дозы ОСВ. Более высокое содержание гумуса в вариантах с дозами известкования 6 и 9 т/га обусловлено пониженной миграционной активностью органического вещества.

Характер изменения агрохимических свойств пахотного слоя почвы по вариантам опыта в 2016 г. по последствию ОСВ в звене озимая рожь – яровая тритикале сохранился. При этом как и по действию ОСВ выявлена обратная зависимость $N_{\text{гидр.}}$ от уровня известкования почвы и доз ОСВ при пропорциональной зависимости величины суммы поглощенных оснований от доз ОСВ и уровня известкования почвы. Ее максимальное значение выросло до 8,77 мг-экв/100 г почвы.

Содержание $P_{2O_5\text{ подв.}}$ за счет миграционных процессов и выноса урожая яровой тритикале снизилось в вариантах с внесением ОСВ на 6–27 %, превышая контроль в 1,2-3,3; 1,3-3,2 и 1,5-3,4 раза согласно уровню известкования. По сравнению с подвижным фосфором содержание $K_2O_{\text{обм.}}$ в почве изменялось менее интенсивно и колебалось в пределах 32-38 мг/кг. При этом, как и по фосфору, проявилась тенденция к снижению его уровня по последствию внесения ОСВ осенью 2015 г. за счет выноса яровой тритикале и миграции в нижележащие слои почвы.

Аналогичная зависимость выявлена по содержанию гумуса в слое почвы 0-20 см. В то же время сохраняется его пропорциональная зависимость от величины суммарной дозы ОСВ, возрастая с 1,51 % на контроле до 2,92 (дол. м., 9 т/га). Более высокое содержание гумуса в вариантах с уровнями известкования 6 и 9 т/га обусловлено пониженной миграционной активностью органического вещества из-за образования гуматов кальция.

Оптимизация гумусового состояния, агрохимических свойств пахотного слоя почвы способствовала повышению урожайности культур по действию и последствию ОСВ в условиях его систематического применения. Так в частности прибавки урожайности зерна озимой ржи возрастали в прямой зависимости от суммарных доз ОСВ на 10-13 %; 20-24; 29-37 и 42-51 %. Достоверно значимые прибавки получены на всех фонах известкования, достигая максимума при дозах известкования 3-6 т/га. Аналогичная зависимость выявлена по яровой тритикале. Прибавки урожайности зерна тритикале возрастали в прямой зависимости от суммарных доз ОСВ пропорционально уровням известкования (табл. 3).

Величина продуктивности звена севооборота пропорциональна дозам ОСВ и не зависит от уровней из-

весткования почвы. Следует отметить, что неблагоприятные погодные условия вегетационного периода 2017 г. привели к значительному снижению урожайности яровой тритикале в опыте в сравнении с озимой рожью. И действительно среднемесячные температуры в апреле-июле отклонялись от нормы на 2,6-3,0 °С.

Кроме существенного влияния на агрохимические свойства почвы и как следствие урожайность озимой ржи и яровой тритикале, ОСВ как по действию, так и по последствию способствует изменению макроэлементного состава зерновой части урожая этих культур. В частности по действию ОСВ содержание азота в зерне озимой ржи повысилось по сравнению с контролем до 1,91 %, с максимальным уровнем азота в вариантах с дозой известкования 6 т/га. Данная зависимость сохраняется и в соломе и объясняется проявлением эффекта ростового разбавления. В то же время действие ОСВ на фоне длительного его последствия и в сочетании с известкованием не способствует ожидаемому повышению содержания фосфора (табл. 4).

4. Влияние различных доз ОСВ в условиях его систематического применения на урожайность зерновых культур

№ варианта опыта	Озимая рожь		Яровая тритикале	
	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю ц/га %	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю ц/га %
1.	26,7	- 12,0	12,0	- -
2.	30,0	3,3 14,1	14,1	2,1 17
3.	32,8	6,1 15,8	15,8	3,8 32
4.	36,6	9,9 17,5	17,5	5,5 46
5.	39,8	3,1 22,4	22,4	10,4 87
6.	30,2	3,5 14,4	14,4	2,4 20
7.	33,0	6,3 16,1	16,1	4,1 34
8.	35,9	9,2 18,6	18,6	6,6 55
9.	40,4	3,7 22,8	22,8	10,8 90
10.	29,3	2,6 14,6	14,6	2,6 22
11.	32,0	5,3 16,4	16,4	4,4 37
12.	34,5	7,8 19,3	19,3	7,3 61
13.	38,0	1,3 23,3	23,3	11,3 94
НСР ₀₅	1,67		1,59	

Следует отметить, что по всем рассмотренным макроэлементам максимальный уровень их содержания в биомассе озимой ржи выявлен при систематическом внесении ОСВ по фону известкования с дозой 3 т/га доломитовой муки. Данная зависимость обусловлена снижением доступности макроэлементов при более высоких дозах известкования.

В отличие от данных по озимой ржи максимальный уровень азота в зерне яровой тритикале получен при дозе известкования 9 т/га. В то же время систематическое применение ОСВ на фоне известкованием не способствует ожидаемому повышению содержания фосфора в растительной продукции. В отличие от данных, полученных по действию ОСВ в 2016 г., в отчетном году не выявлен эффект ростового разбавления на содержание азота и фосфора в зерне яровой тритикале, обусловленного ростом урожайности. Установленная зависимость не распространяется также на концентрацию калия в зерне и соломе яровой тритикале (табл. 5).

После внесения ОСВ в 2015 г. суммарные дозы составили 360 и 1440 т/га, что привело к увеличению содержания ТМ в пахотном слое. Установленные допустимые нормативы были превышены: по кадмию (Cd) в 1,2-4 раза для валовых форм, в 1,2-2,5 раза для подвижных форм во всех вариантах, по хрому (Cr) в 1,1-2,6

раза (вал. формы), по меди (Cu) при всех дозах ОСВ – в 1,1-1,4 раза (вал. формы) при наибольших дозах ОСВ.

5. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на химический состав зерна и соломы озимой ржи

№ варианта опыта	Содержание, %						Вынос элементов, кг		
	в зерне			в соломе			кг		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1.	1,58	0,94	0,52	0,48	0,34	0,57	55	35	41
2.	1,61	0,94	0,53	0,56	0,32	0,55	71	36	43
3.	1,67	0,94	0,54	0,58	0,34	0,56	64	38	37
4.	1,68	0,95	0,55	0,59	0,38	0,64	80	47	46
5.	1,73	0,95	0,57	0,49	0,35	0,66	95	50	53
6.	1,70	0,82	0,55	0,52	0,34	0,60	64	36	38
7.	1,78	0,91	0,55	0,42	0,34	0,60	79	42	39
8.	1,82	0,92	0,56	0,41	0,38	0,75	70	45	51
9.	1,91	0,91	0,56	0,41	0,34	0,86	81	47	61
10.	1,73	0,94	0,53	0,41	0,30	0,52	61	37	33
11.	1,76	0,94	0,55	0,40	0,36	0,62	79	41	42
12.	1,78	0,93	0,57	0,41	0,35	0,63	68	40	43
13.	1,80	0,94	0,57	0,41	0,36	0,71	79	48	54

6. Влияние длительного применения различных доз ОСВ в сочетании с известкованием на валовое содержание и концентрацию подвижных форм ТМ (в слое почвы 0-20 см), мг/кг сухого вещества

мг/кг сухого вещества							
Вариант опыта	Cd	Cr	Cu	Zn	Pb	Ni	Z _c
ОСВ*, т/га + дол. мука, т/га	мг/кг						
Валовое содержание							
Контроль	1,59	61	48,2	108,3	11,8	3,5	-
180 + 3	3,86	86,5	68,8	137,2	13,1	6,1	4,4
360 + 3	4,31	91,4	80,4	147,3	15,1	7,3	5,6
720 + 3	6,27	114,1	101,4	165,7	16,6	12	9,3
1440 + 3	9,44	123,4	127,1	181,6	18,7	24,8	16,0
360 + 9	4,78	60,0	55,2	120,9	15,7	9,2	5,2
720 + 9	6,51	87,1	86,3	154,0	16,8	12,8	8,8
1440 + 9	8,02	113,6	123,6	182,4	20,1	21,3	13,9
ОДК валового содержания, мг/кг	2	-	132	220	13	80	-
Подвижные формы							
Контроль	0,72	0,25	0,97	3,72	1,16	0,38	-
180 + 3	1,76	0,49	1,59	6,00	2,41	0,67	6,5
360 + 3	2,15	0,64	1,77	6,39	2,61	0,80	8,4
720 + 3	2,89	0,72	2,29	8,19	2,93	1,32	12,4
1440 + 3	3,78	0,83	3,27	10,0	3,39	2,73	19,7
360 + 9	2,34	0,69	1,34	5,22	2,50	1,01	8,6
720 + 9	3,19	0,74	2,31	7,90	2,83	1,41	13,0
1440 + 9	3,45	0,80	3,24	10,4	3,34	2,45	18,5

* Дозы ОСВ – суммарные за годы исследований.

В результате проведенных исследований установлено на пропорциональная зависимость значений суммарно-

го загрязнения (Z_c) валового содержания тяжелых металлов (ТМ) по последствию ОСВ в суммарных дозах 180-1440 т/га от доз известкования, равных 3 и 9 т/га, за счет накопленного при систематическом внесении ОСВ валового содержания ТМ. По последствию максимальной дозы ОСВ пропорционально возросла концентрация ТМ и, как следствие, значение Z_c повышалось до 18,5 ед. С увеличением доз известкования наблюдается тенденция к снижению показателя Z_c при максимальной дозе ОСВ. Концентрация Cd в отличие от других ТМ превышала допустимый уровень при дозах ОСВ 360-1440 т/га (табл. 6).

Выводы. Использование нетрадиционных источников питания растений в виде ОСВ в дозах 360 и 720 т/га оказывает положительное пролонгированное действие на агроэкологические свойства почвы, урожайность зерновых культур и их макроэлементный состав. Выявлена обратная зависимость N_{гидр.} от уровня известкования почвы и доз ОСВ при пропорциональной зависимости величины суммы поглощенных оснований за счет разрушения под влиянием почвенной биомассы ОСВ с разрушением органоминеральных комплексов в их составе. В условиях интенсивного применения ОСВ происходят выраженные изменения фосфатного режима почвы. По действию ОСВ с высоким содержанием P₂O₅ наблюдался рост значений P₂O₅подв. в слое 0-20 см пропорционально дозам ОСВ в 1,7-4,1; 1,4-4,6 и 1,6-4,5 раза согласно уровням известкования. Оптимизация гумусового состояния, агроэкологических свойств пахотного слоя почвы способствовала повышению урожайности культур по действию и последствию ОСВ в условиях его систематического применения. Так, например, прибавки урожайности зерна озимой ржи возрастали в прямой зависимости от суммарных доз ОСВ на 10-13 %; 20-24; 29-37 и 42-51 %, а яровой тритикале – на 17-22 %; 32-37; 46-61 и 87-94 %.

Литература

1. Анализ опыта почвенного пути утилизации осадков сточных вод / Сюняев Н. К., Тютюнькова М. В., Слипец А. А. и др., - М.: РГАУ-МСХА, 2008. – 108 с.
2. Касатиков В.А., Черников В.А., Раскатов В.А./Агроэкологические и технологические аспекты использования осадков городских сточных вод в качестве удобрения // Материалы международного симпозиума «Экологические и технологические вопросы производства и использования органических и органоминеральных удобрений на основе осадков городских сточных вод и твердых бытовых отходов». - Владимир, 2004. - С. 29-39.
3. Касатиков В. А., Раскатов В. А., Шабардина Н.П. /Влияние микробиологических деструкторов лигнинсодержащих отходов на агроэкологические свойства компоста на основе осадка сточных вод и опилок// Доклады МСХА. -2010. - Вып. 283.- С.806-811.

AGROECOLOGICAL EVALUATION OF INFLUENCE OF MUNICIPAL WASTEWATER SLUDGE APPLICATION IN LONG-TERM FIELD EXPERIMENT

V.A. Kasatikov¹, N.P. Shabardina¹, V.A. Raskatov²

¹ All-Russian scientific-research Institute of organic fertilizers and peat, Pryanishnikova ul. 1, 601390 Vyatkins settlement, Sudogda district, Vladimir region, Russia, E-mail: kasv47@yandex.ru

² RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazeva ul. 49, 127550 Moscow, Russia, E-mail: raskatovv@list.ru

The article presents the results obtained in long-term experience on the study of effect and aftereffect of the systematic application of urban sewage sludge and liming on the agroecological properties of sod-podzolic sandy soil, yield and macroelement composition of grain crops. The positive prolonged effect on the aforementioned properties is concluded.

Keywords: sewage sludge, soil, yield, heavy metals.