

ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СИСТЕМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

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

Захаров Николай Григорьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422)55-95-68

e-mail: agroec@yandex.ru

Ключевые слова: осадки сточных вод, последствие, система обработки почвы, урожайность.

В работе приведены результаты изучения последствия осадков сточных вод (ОСВ) УВКХ Левобережья г. Ульяновск на урожайность культур шестипольного севооборота. Установлено, что внесение их в почву в дозах 30 и 60 т/га в качестве органоминерального удобрения имеет длительное последствие (не менее 10–12 лет). Размещение осадков сточных вод в приповерхностном слое (10–15 см) способствовало более продолжительному последствию ОСВ. Однако более высокая урожайность культур в целом формируется по отвальной системе обработки почвы.

Введение

Проблема сохранения плодородия почвы, оптимизации ее агрономических свойств, прежде всего, предполагает максимальное использование органических ресурсов в качестве удобрения. В то же время сокращение объемов выхода навоза по причине уменьшения поголовья крупного рогатого скота обуславливает необходимость изыскания нетрадиционных источников органического вещества для внесения в почву. В качестве последних имеется постоянно возобновляемый (в последнее время ускоренными темпами) источник органического

вещества и элементов минерального питания – осадки сточных вод водоканализационного хозяйства, которые, по данным многочисленных исследований, по агрохимической ценности не только не уступают навозу, но и превосходят его [1,2,3,4]. В связи с этим ОСВ могут с успехом применяться в качестве удобрения сельскохозяйственных культур. При этом одновременно решается и другая важная народно-хозяйственная проблема – утилизация ОСВ, представляющих экологическую опасность окружающей среде. Таким образом, использование осадков сточных вод в качестве удобрения позволит решить

не только агрономические и экологические, но и ресурсные задачи.

Следует отметить, что, по мнению многих ученых, почвенное размещение ОСВ является одним из перспективных направлений их утилизации [5,6,7,8,9]. Во многих государствах на законодательном уровне декларируется применение осадков сточных вод в качестве удобрения, а не избавление от них любым путем. Так, в Люксембурге в сельском хозяйстве используется 90 % годового выхода осадков, Швейцарии – 70 %, Германии – 38 %, Франции – 23, Бельгии – 10, в среднем по Европейским странам и США – 32,4 %. В Российской Федерации ежегодный выход питательных веществ в виде ОСВ составляет 448 тыс. тонн азота, 64 тыс. т фосфора и 12 тыс. т калия, что вполне может компенсировать вынос элементов питания с урожаем сельскохозяйственных культур и достаточно для ежегодного применения в качестве удобрения на площади более 1 млн. га пахотных земель [10,11].

Однако при использовании ОСВ в качестве удобрения возникает ряд проблем, связанных с экологической опасностью в зависимости от их состава и необходимостью установления безопасных доз внесения в почву, а также способов их размещения [12]. Осадки сточных вод могут содержать органические соединения с разной скоростью разложения, что предполагает необходимость определения длительности их последствий [13].

В связи с вышесказанным целью нашей работы являлось установление длительности последствий осадков сточных вод «Левобережье УВКХ МУП Ульяновскводоканал» г. Ульяновск, внесенных в 2000 году на двух полях (№ 2 и № 6) шестипольного севооборота: пар сидеральный – озимая пшеница – кукуруза – яровая пшеница – горох – овес (рис. 1).

Объекты и методы исследований

Экспериментальные полевые исследования по изучению систем основной обработки почвы проведены на базе стационарного опыта кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии Ульяновской ГСХА им. П.А. Столыпина.

Схема опыта включала четыре системы основной обработки почвы:

1. Отвальная: послеуборочное лущение стерни БДТ-7 на 8–10 см, отвальная обработка ПЛН-4-35 под сидеральный пар и горох на 25–27 см, кукурузу на 28–30 см, яровую пшеницу и овес на 20–22 см. Вариант принят за контроль;

2. Плоскорезная: послеуборочная поверхностная обработка комбинированным агрегатом КПШ-5+БИГ-3 на 8–10 см, плоскорезная обработка КПГ-2,2 на ту же глубину, что и в первом варианте;

3. Комбинированная в севообороте: послеуборочная поверхностная обработка КПШ-5+БИГ-3 на 8–10 см и безотвальная обработка плугом со стойкой СибИМЭ под сидеральный пар на глубину 25–27 см; лущение стерни БДТ-7 на 8–10 см и отвальная обработка ПЛН-4-35 под кукурузу и горох соответственно на 28–30 и 25–27 см; поверхностная обработка КПШ-5+БИГ-3 на 8–10 см и плоскорезное рыхление КПГ-2,2 под яровую пшеницу и овес на 20–22 см;

4. Поверхностная: послеуборочная двукратная обработка комбинированным агрегатом КПШ-5+БИГ-3 под все культуры севооборота с интервалом 10–15 дней: первая на глубину 8–10 см, вторая – 10–12 см.

Учетная площадь делянки с внесением ОСВ составляла 100 м². Исходя из схемы опыта, в первом варианте их заделывали плугом на глубину 25–27 см (викоовсяная смесь) и 28–30 см (кукуруза); во втором – поверхностно на 8–10 см с последующей основной обработкой КПГ-2,2 на соответствующую глубину; в третьем – комбинированно в севообороте: под кукурузу плугом на глубину 28–30 см, под сидерат – поверхностно на 8–10 см с основной обработкой плугом со стойкой СибИМЭ на глубину 25–27 см; в четвертом – плоскорезом КПШ-5 + БИГ-3а на глубину 10–12 см.

В качестве органического удобрения в севообороте использовалась солома всех зерновых культур, минеральные удобрения в дозе 30–40 кг д.в./га. Измельченная масса сидерата заделывалась до 2006 года БДТ-7, с 2006 года БДМ 3х4 на глубину 10–12 см.

Почва опытного поля – чернозем вы-

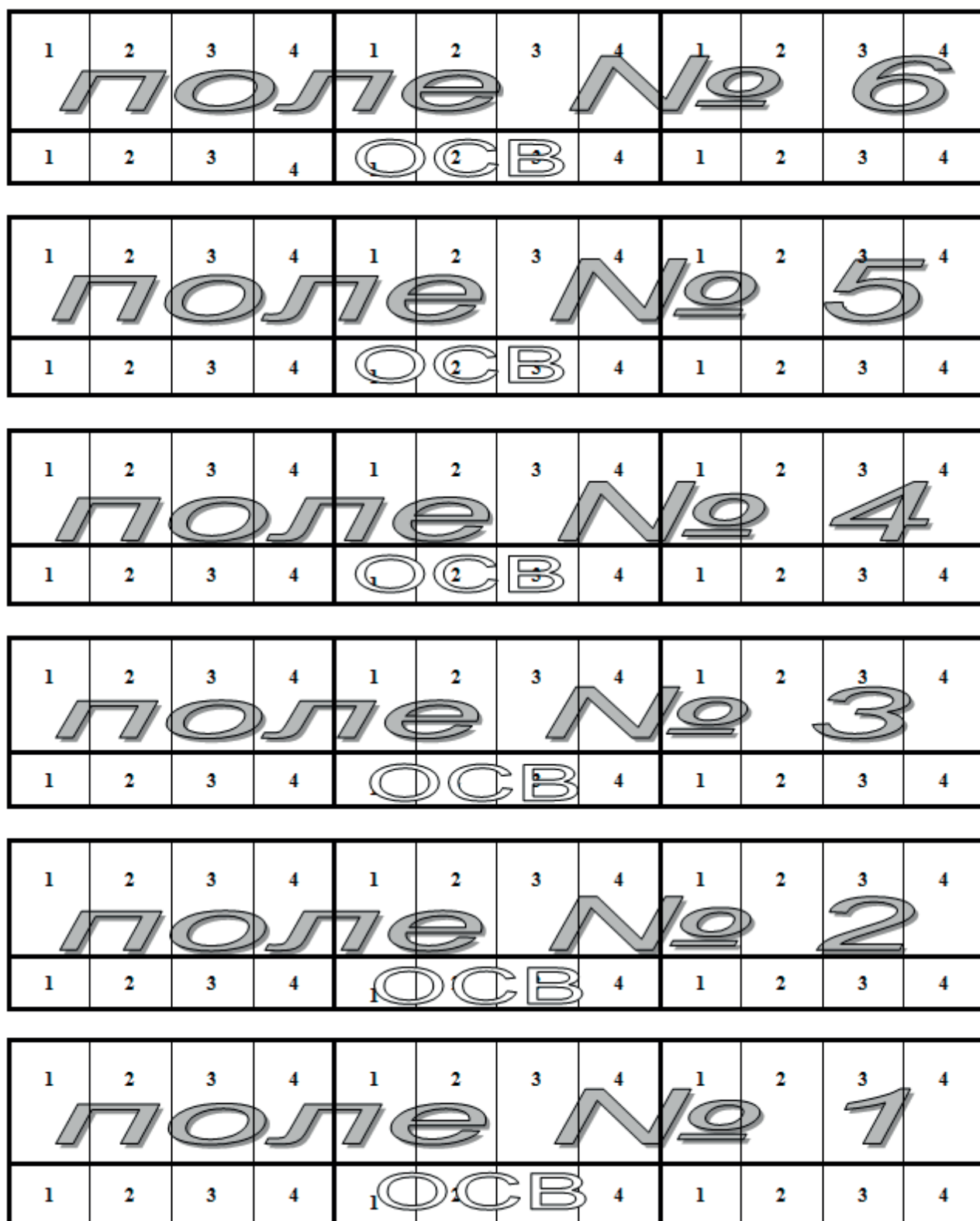


Рис 1. - Схема расположения делянок, в том числе с внесением ОСВ

щелоченный среднемощный среднесуглинистый. В 2001 году содержание азота в ней составляло 0,29 %, обеспеченность подвижным фосфором по Чирикову 107 мг, калием 116 мг/кг почвы.

Организация полевых опытов, прове-

дение наблюдений, лабораторных анализов осуществлялись по общепринятым методикам и соответствующим ГОСТам. Полевой опыт внесен в государственный реестр длительных опытов России, анализы растительных и почвенных образцов проведены в

Таблица 1

Агрохимическая характеристика ОСВ с иловых карт «Левобережье УВКХ МУП Ульянов-скводоканал»

Объект	pH _{KCl}	Азот об-щий, %	P ₂ O ₅ об-щий, %	K ₂ O об-щий, %	Минеральные формы, мг/кг			
					N-NO ₃	N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O
ОСВ	6,8	2,05	3,8	0,5	696	85	94	62
Поступает в почву с ОСВ 30 т/га, кг		615	1140	150	21	2,5	3,0	2,0
Поступает в почву с ОСВ 60 т/га, кг		1230	2280	300	42	5,0	6,0	4,0

сертифицированной лаборатории (№ РОСС. RU 0001.215748).

Результаты исследований

Как уже отмечалось, в качестве объекта исследований были выбраны осадки сточных вод с иловых карт очистных сооружений «Левобережье УВКХ МУП Ульяновскводоканал». Левобережье г. Ульяновска представляет селитебную территорию с более 200-тысячным населением и крупными промышленными предприятиями: ЗАО «Авиастар-СП», завод им. Володарского и т.д. Ежегодное поступление сточных вод на иловые карты составляет более 25 тыс. м³. Необходимость научного обоснования возможности использования ОСВ в качестве удобрения вызвано тем, что иловые карты очистных сооружений переполнены и представляют серьезную экологическую угрозу.

Для проведения полевых опытов использовались осадки сточных вод 10-летнего хранения. Агрохимическая характеристика их представлена в табл. 1.

Данные таблицы свидетельствуют, что с осадками сточных вод дозой 60 т/га (внесенных под две культуры: поля № 2 и 3), в почву поступает достаточное большое количество элементов питания, в том числе и их подвижные соединения. В частности азота – 1,23 т, фосфора (в пересчете на P₂O₅) – 2,28 т, более низкое калия – 0,3 т/га, что предполагает пролонгированное их действие. Нейтральная реакция среды, значительное количество кальция и магния (24,3 и 3,9 мг/моль на 100 г почвы) позволяют предположить нейтрализующее действие ОСВ на кислотность почвы. Следует отметить, что осадки сточных вод обогащены микроэле-

ментами, которыми бедны почвы.

Содержание тяжелых металлов в осадках сточных вод по всем элементам (Zn, Pb, Cu, Cd, Ni, Cr³⁺, Hg, As) ниже ПДК и поступление их в почву данными дозами не превышает нормативные требования. ОСВ не содержат яиц гельминтов, т.е. экологически безопасны.

Урожайность культур на двух полях севооборота, где в 2000 году были внесены осадки сточных вод, представлены в табл. 2 и 3.

Анализ результатов исследований позволяет сделать ряд важных заключений. Прежде всего, обращает на себя внимание длительность последствий ОСВ как удобрения на урожайность сельскохозяйственных культур, которая составляет не менее 2-х ротаций шестипольного севооборота. При этом внесение осадков сточных вод в дозе 60 т/га (под две культуры) позволило обеспечить прибавку урожайности викоовсяной смеси в конце второй ротации севооборота, на 7–20% превышающую соответствующие варианты без применения ОСВ. Максимальную прибавку урожайности сидерата обеспечивала приповерхностное размещение ОСВ, хотя более высокая урожайность формировалась по отвальной и комбинированной в севообороте системам основной обработки почвы.

Последствие доз ОСВ 30 т/га также продолжительно (12 лет), однако уровень прибавки урожайности культур значительно ниже и в 2013 году практически оно заканчивается.

Из всех культур севооборота наиболее отзывчивыми на применение ОСВ в качестве удобрения являются викоовсяная

Таблица 2
Урожайность культур севооборота, т/га. Осадки сточных вод внесены под викоовсяную смесь (2000 г) и кукурузу (2002 г) по 30 т/га

		Год исследований												
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Основная обработка	Викоовсяная смесь		Озимая рожь	Кукуруза	Яровая пше-ница	Горох	Овес	Викоовсяная смесь	Озимая пше-ница	Яровая пше-ница	Горох	Овес	Викоовсяная смесь	Озимая пше-ница
	Отвальная	28,7	3,17	45,0	1,30	1,32	1,91	26,7	3,05	2,02	0,32	5,42	13,17	2,26
	Плоскорезная*	24,1	2,36	31,0	1,11	1,33	1,47	22,4	3,10	2,15	0,16	4,78	10,44	2,79
	Комбинированная в севообороте	25,6	2,66	39,2	1,01	1,56	2,05	24,1	3,02	2,24	0,31	5,21	12,67	2,61
	Поверхностная	23,4	2,46	25,4	1,25	1,23	1,54	20,7	2,80	1,84	0,14	4,57	10,78	3,06
ОСВ, 30 т/га														
	Отвальная	39,4	2,88	55,3	1,28	2,28	1,64	29,2	3,51	2,12	0,32	5,30	14,06	2,33
	Плоскорезная *	33,3	2,70	46,5	1,16	1,79	1,72	27,4	3,27	2,24	0,18	5,11	12,17	2,52
	Комбинированная в севообороте	36,4	2,93	52,5	1,10	2,41	1,71	29,7	3,44	2,31	0,34	5,25	14,39	2,36
	Поверхностная	33,2	2,54	41,8	1,25	1,70	1,80	28,6	3,14	1,96	0,15	5,12	12,94	2,95
НСР ⁰⁵	1Ф	1,7	0,12	3,7	0,17	0,21	0,15	2,4	0,21	0,14	0,05	0,28	0,81	0,28
	2Ф	2,4	0,17	5,3	0,25	0,29	0,21	3,3	0,29	0,20	0,08	0,39	1,15	0,39

1Ф – осадки сточных вод

2Ф – обработка почвы

* – 2001-2006 гг. – плоскорезная обработка почвы КПГ-2,2

* – 2006-2013 гг. – мелкая обработка почвы БДМ 3х4

Таблица 3

Урожайность культур севооборота, т/га. Осадки сточных вод внесены под кукурузу (2001 г) 30 т/га

		Год исследований												
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Основная обработка	Кукуруза		Яровая пшеница	Горох	Овес	Викоовсяная смесь	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Горох	Овес	Викоовсяная смесь	Озимая пшеница	Яровая пшеница	Горох
		Без ОСВ												
	Отвальная	54,3	1,65	1,51	1,45	22,20	3,43	1,43	0,85	3,86	9,00	5,32	2,12	2,68
	Плоскорезная*	35,8	1,32	1,47	1,41	21,10	3,43	1,34	0,82	3,38	6,40	4,97	1,64	2,42
	Комбинированная в севообороте	46,6	1,68	1,65	1,58	17,03	3,37	1,45	0,83	3,37	7,50	5,35	1,85	2,77
Поверхностная		43,5	1,53	1,45	1,02	16,83	3,33	1,40	0,59	2,99	5,83	4,92	1,95	2,65
		ОСВ, 30 т/га												
Отвальная	50,9	1,57	1,88	1,50	23,30	3,90	1,65	1,22	3,07	8,61	5,41	2,04	2,63	
Плоскорезная *	39,5	1,12	1,72	1,84	17,80	3,81	1,56	1,14	3,60	6,39	5,19	1,78	2,54	
Комбинированная в севообороте	44,6	1,25	1,72	1,62	18,17	3,91	1,39	1,04	3,36	7,67	5,13	1,89	2,71	
Поверхностная	47,5	1,59	1,54	1,47	15,07	3,66	1,37	0,89	2,69	6,06	5,51	1,93	2,64	
НСР ⁰⁵	1Ф	4,35	0,16	0,13	0,36	2,29	0,24	0,12	0,14	0,45	0,33	0,39	0,10	0,16
	2Ф	6,15	0,22	0,18	0,51	3,24	0,34	0,17	0,20	0,63	0,47	0,55	0,14	0,23

1Ф – осадки сточных вод

2Ф – обработка почвы

* – 2001-2006 гг. – плоскорезная обработка почвы КПГ-2,2

* – 2006-2013 гг. – мелкая обработка почвы БДМ 3х4

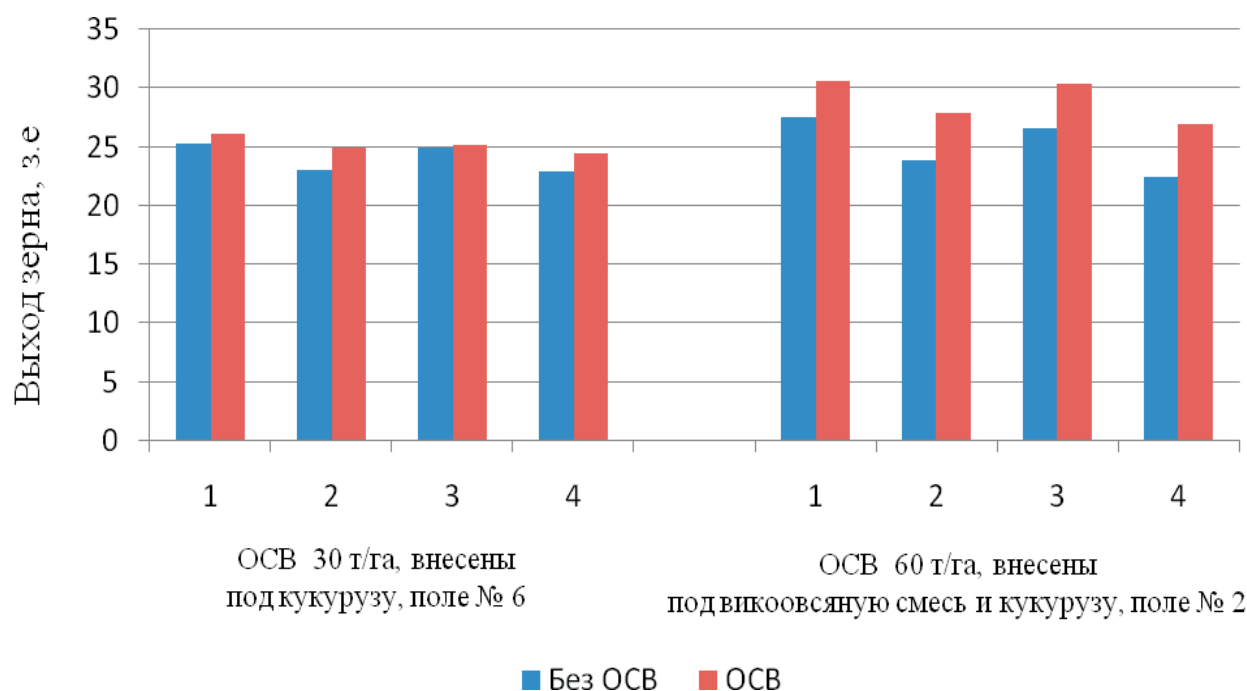


Рис. 2 – Суммарный выход зерна за 2002–2013 гг. в зависимости от систем обработки почвы и применения ОСВ.

смесь, кукуруза и горох. В 2003 г. сразу же после внесения осадков сточных вод урожайность зеленой массы кукурузы по отвальной системе обработки повысилась с 45 т/га до 55,3 т/га (23 %), на 50 % по плоскорезной; по комбинированной в севообороте, где под кукурузу проводится также вспашка – на 34 %. По поверхностной обработке она повысилась с 25,4 до 41,8 т/га, или на 65 %. Таким образом, как и в случае с викоовсяной смесью, наибольшую прибавку урожайности зеленой массы кукурузы обеспечило размещение ОСВ в приповерхностный слой. Последнее обусловлено присутствием в осадках элементов питания в доступной форме в достаточном количестве, что очень важно в начальные фазы развития растений.

Из зерновых и зернобобовых культур наиболее отзывчивым на применение ОСВ в системе удобрения является горох. Через семь лет после внесения их под кукурузу в дозе 30 т/га, в 2008 году урожайность зерна в зависимости от систем обработки повысилась на 25–44 %, и только в 2013 году последствие осадков не наблюдалось.

Продуктивность озимой пшеницы в большей степени определялась влиянием осадков сточных вод через урожайность ви-

коовсяной смеси, возделываемой в качестве сидерата, зеленая масса которой возвращалась в почву в виде органического удобрения и в меньшей степени зависела от обработки почвы.

Менее отзывчива на использование ОСВ в качестве удобрения яровая пшеница и в средней степени – овес.

Как было отмечено, немаловажное значение в проявлении последствий ОСВ имеет способ размещения их в почве. При заделке их в приповерхностный слой (10–15 см) оно более продолжительно и более эффективно, чем при размещении в более глубокие слои. Однако более высокая урожайность сельскохозяйственных культур формируется по отвальной системе обработки почвы, что наглядно демонстрируется на рис. 2.

На рисунке представлен суммарный выход зерна за 2001–2013 гг. на двух полях севооборота, где были внесены осадки сточных вод в дозах соответственно 30 и 60 т/га. К началу третьей ротации севооборота превышение суммарного выхода зерна при внесении в почву ОСВ в дозе 30 т/га в зависимости от способов размещения их в почве составило от 0,2 до 2,0 т/га (1–8 %), в дозе 60 т/га – от 3,8 до 4,5 т/га (10–20 %).

Выводы

Осадки сточных вод при использовании их в качестве органоминерального удобрения имеют длительное последствие (не менее 10–12 лет). При этом эффективность их зависит от дозы и способов заделки в почву. Увеличение дозы до 60 т/га (экологически безопасная) сопровождается повышением эффективности ее в 1,5–2 раза по сравнению с дозой 30 т/га.

Наиболее отзывчивыми на применение ОСВ культурами являются викоовсяная смесь и кукуруза, которые требуют для формирования зеленой массы более высокую обеспеченность элементами питания. Очень отзывчивым в этом отношении является и горох.

Размещение осадков сточных вод в приповерхностном слое почвы (10–15 см) способствовало более продолжительному последствию ОСВ. Однако более высокая урожайность сельскохозяйственных культур в целом формируется по отвальной системе обработки почвы.

Библиографический список

1. Прокопова, Л.В. Функционирование агроценозов при использовании осадка сточных вод в качестве органического удобрения / Л.В. Прокопова, Ю.И. Житин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1(36). – С. 35–39.
2. Климова, Н.В. Осадки сточных вод как нетрадиционные органические удобрения. / Н.В. Климова, Т.В. Починова // Аграрная наука. – 2009. – № 1. – С. 13–16.
3. Бадмаев, А.Б. Урожайность, качество и накопление тяжелых металлов в овощных культурах при внесении осадков сточных вод / А.Б. Бадмаев, С.Г. Дорожкевич, Л.Л. Убугунов // Вестник Бурятской Государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филипова. – 2009. – № 1(14). – С. 42–45.
4. Бережная, Н.П. Перспективы утилизации осадков сточных вод и применение их в сельском хозяйстве. / Н.П. Бережная, В.П. Бережная // Сборник трудов III международного научно-экологической конференции .-ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ, 2013. – С. 303–306.
5. Архип, О.Д. Эффективность осадков сточных вод городов в зависимости от его способа применения / О.Д. Архип // Система удобрений в интенсивном земледелии. – Кисинев, 1979. – С. 72–83.
6. К вопросу использования в системе земледелия юга Татарстана осадков городских сточных вод / В.А. Касатиков, Акаилх Мохаммед Тома, М.М. Султанов, Ф.Х. Халимов // Бюллетень ВИУА. - 2001. – № 115. – С. 29.
7. Бережная, Н.П. Эффективность использования осадков сточных вод в качестве удобрения / Н.П. Бережная, В.П. Бережная / Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сборник трудов IV Всероссийской научной конференции. –Краснодар, 2010. – С. 172–174.
8. Петрова, О.А. Использование удобрений полученных из осадков сточных вод / О.А. Петрова // Экологический вестник России. – 2013. – № 9. – С. 40–43.
9. Результаты утилизации осадков сточных вод во Владимирской области / Т.Н. Болышева, А.Р. Валитова, П.И. Кижаккин, В.А. Касатиков // Агрохимический вестник. – 2006. – № 1. – С. 28–29.
10. Средство повышения плодородия почв на основе осадка сточных вод / Н.Г. Аргунов, Я.К. Абрамов, Н.А. Соломатина, В.М. Веселов, В.М. Залевский, Г.Е. Мерзлая // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2012. – № 2. – С. 83–86.
11. Филиппова, А.В. Опыт применения биоэлементов осадков сточных вод для повышения продуктивности растений / А.В. Филиппова, А.А. Мелько // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 12. – С. 281–283.
12. Хабарова, Т.В. Экологическое обоснование применения вермикомпостов на основе осадка сточных вод на выработанном агроземе торфяно-минеральном / Т.В. Хабарова, В.И. Левин, С.Д. Правкина // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 2. – С. 24–28.
13. Нефедов, Б.К. Использование осадков сточных вод в качестве органоминерального удобрения / Б.К. Нефедов, В.В. Ермилов, В.С. Поляков // Экология и промышленность России. – 2007. – № 11. – С. 42–45.