

УДК 631.45:631.46

## ВОСПРОИЗВОДСТВО ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ СИДЕРАТА

А.Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Н.Г. Захаров, С.В. Шайкин, кандидаты сельскохозяйственных наук, доценты,  
Ульяновская ГСХА

Одной из важнейших проблем в земледелии является сохранение плодородия почвы, основа которой – воспроизводство его органического фонда. Она обостряется в связи с резким сокращением применения органических и минеральных удобрений. В решении ее, наряду с другими агротехническими приемами, направленными на повышение плодородия почвы и продуктивности культур, большое значение приобретает применение сидератов, а также местных нетрадиционных ресурсов в качестве удобрения. К последним относятся и осадки городских сточных вод (ОСВ).

С точки зрения возможности использования их в качестве удобрения важно содержание в них органического вещества и элементов питания. По многочисленным данным ОСВ могут содержать до 6 % – азота, 8 % – фосфора, 0,6 % – калия; органического вещества в переводе на углерод до 40...60%, рНКС1 6,5-7,5; влажность составляет 70-82 %, зольность 35–80% [4, 6, 2].

Что касается сидератов, крайне важно совершенствование технологий возделывания их в направлении получения максимальной биомассы, так как она определяет уровень воспроизводства плодородия за счет зеленого удобрения, в первую очередь, – поддержание и пополнение запасов гумуса [1, 5].

В этом отношении внесение ОСВ под сидеральную культуру целесообразно не только с точки зрения повышения урожайности культуры, но и создания условий для нормального функционирования биоценоза в целом, так как возделывание сидерата снижает отрицательное действие тяжелых металлов на ее микрофлору [3].

В связи с этим целью наших исследований являлось изучение влияния внесения осадков сточных вод под викоовсяную смесь, используемую в качестве сидерата, на плодородие чернозема выщелоченного и круговорот биогенных элементов.

Исследования по изучению влияния осадков сточных вод на плодородие чернозема, а также

урожайность и качество викоовсяной смеси проведены в 2001–2006 годах на базе стационарного опыта кафедры почвоведения, агрохимии и агроэкологии УГСХА по изучению систем основной обработки почвы в шестипольном зернопаровом севообороте: пар сидеральный – озимая рожь – кукуруза – яровая пшеница – горох – овес методом расщепления делянок. Полевой опыт заложен в трехкратной повторности, севооборот освоен в 1988 году. Сидеральный пар введен вместо чистого в 1996 году.

Почва опытного поля – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый. На опытном поле в 1999 году содержание гумуса составляло 4,67-4,96 %, обеспеченность подвижным фосфором (по Чирикову) 95-103 мг/кг, калием – 80-86 мг/кг почвы. Схемой опыта предусмотрено четыре варианта основной обработки почвы: отвальная (контроль), плоскорезная, комбинированная в севообороте и поверхностная. Повторность трехкратная, расположение делянок систематическое, общая площадь делянок составляет 350 м<sup>2</sup>, из них осадки сточных вод вносились на площади 100 м<sup>2</sup> в 2000-2003 гг.

В качестве сидерата использовалась смесь вики и овса (в соотношении 25:75 %). Измельченная масса сидерата заделывалась в почву двукратной обработкой БДТ-7 на глубину 10-12 см.

В соответствии с рекомендациями СанПиН 2.1.7.573-96 и результатами предварительных опытов ОСВ вносились под однолетние травы и кукурузу по 30 т/га. Таким образом, норма внесения ОСВ на 1 га севооборотной площади составляла 10 т/га. Заделка осадков сточных вод проводилась: в первом варианте плугом на 25-27 см, во втором – в слой 0-10 см (основная обработка плоскорезная на 25-27 см), в третьем – так же как и во втором варианте, но обработка основная проводилась плугом со стойкой СибИМЭ на ту же глубину, в четвертом – также в слой 0-10 см

При определении химического состава ОСВ и растений применялись общепринятые гости-

### 1. Агрохимическая характеристика ОСВ с иплевых карт «Левобережье» в сравнении с почвой опытного поля

Объект	Азот общий, %	рН сол	Почвенные элементы				мг/моль/кг	
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N-NO <sub>2</sub>	N-NH <sub>4</sub>	Ca	Mg
ОСВ	<u>205</u> 1,85-2,4	<u>6,8</u> 6,7-6,9	<u>94</u> 93-97	<u>62</u> 60-65	<u>696</u> 67-72	<u>85</u> 83-88	<u>243</u> 240-247	<u>39</u> 38-40
	<u>0,29</u> 0,28-0,3	<u>5,75</u> 5,7-6,1	<u>107</u> 96-118	<u>116</u> 82-190	<u>64</u> 90-78	<u>69</u> 53-86	140	17

(таб. а. с. в., в числителе – среднее значение, в знаменателе – пределы колебаний)

### 2. Урожайность зеленой массы викоовсяной смеси, т/га

Основная обработка	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	Средняя	
Без ОСВ								
Отвальная	28,7	11,2	29,9	20,4	22,2	21,5	22,3	
Плоскорезная	24,1	9,3	26,7	14,4	21,1	19,0	19,1	
Комбинированная в севообороте	25,6	9,0	26,7	20,4	17,0	20,9	19,9	
Поверхностная	23,4	8,8	25,9	15,5	16,8	19,5	18,3	
С ОСВ, 30 т/га								
Отвальная	39,4	12,7	38,4	22,1	23,3	27,8	27,3	
Плоскорезная	33,3	9,3	35,2	18,1	17,8	22,4	22,7	
Комбинированная в севообороте	36,4	11,2	36,0	21,6	18,2	24,9	24,7	
Поверхностная	33,2	9,3	35,1	16,5	15,1	23,5	22,1	
НСР <sub>05</sub>	*	1,7	0,9	1,6	2,9	2,3	2,0	–
	**	2,4	1,3	2,3	4,1	3,2	2,9	–

\* осадки сточных вод

\*\* системы основной обработки почвы

I

Для проведения полевых опытов использовались осадки сточных вод 10-ти летнего хранения со следующими агрохимическими показателями (табл. 1).

Осадки сточных вод в сравнении с почвой опытного поля имели достаточно высокое содержание общего азота и его минеральных форм, такое же количество подвижных форм фосфора и более низкое – подвижного калия.

Нейтральная реакция среды, значительное количество кальция и магния позволяют предположить нейтрализующее действие ОСВ на кислотность почвы.

Как показали исследования, осадки сточных вод оказывают значительное положительное влияние на урожайность викоовсяной смеси как в прямом действии, так и в последствии (табл. 2); прибавка зеленой массы в зависимости от систем основной обработки почвы в среднем за 6 лет составила от 3,6 до 5,0 т/га или повысилась

Во все годы исследований урожайность викоовсяной смеси была выше при заделке ОСВ под вспашку на глубину 25–27 см и составила в среднем за 6 лет 27,3 т/га, тогда как по плоскорезному (в том числе и поверхностному) фону на 1,2–1,4 т/га меньше.

При применении ОСВ в качестве удобрения происходило относительное снижение основных элементов питания в зеленой массе викоовсяной смеси (табл. 3). Возможно, это связано с частичным подавлением деятельности азотфиксирующих микроорганизмов бобового компонента однолетних трав, частично – эффектом «разбавления» при значительном повышении урожайности.

Тем не менее, общее накопление элементов в растительной массе викоовсяной смеси при внесении ОСВ в связи с большей урожайностью повышалось: по азоту на 27–33 %, фосфору – 18–32 %, калию – 28–34 %. При этом наибольший возврат

**3. Накопление биогенных элементов в зеленой массе сидерата при использовании  
ОСВ в качестве удобрения на фоне разных систем основной обработки почвы  
(2001–2006 гг.)**

Основная обработка	Содержание в сухой веществе сидерата, %			Урожайность сидерата, ц/га сух. вещества	Содержание в зеленой массе сидерата, мг/га		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Контроль (без ОСВ)							
Отвальная	1,64	0,41	1,87	44,6	73	18	83
Плоскорезная	1,64	0,43	1,85	38,2	63	16	71
Комбинированная в севообороте	1,64	0,43	1,89	39,9	65	17	75
Поверхностная	1,65	0,44	1,83	36,6	60	16	67
С ОСВ 30 т/га							
Отвальная	1,63	0,42	1,85	54,6	89	23	101
Плоскорезная	1,58	0,40	1,83	45,4	72	18	83
Комбинированная в севообороте	1,60	0,40	1,86	49,4	79	20	92
Поверхностная	1,57	0,39	1,84	44,2	69	17	81

**4. Агрохимические показатели чернозема каштанового в зависимости от систем  
основной обработки почвы и внесения ОСВ перед посевом пшеницы озимой**

Основная обработка	Слой почвы, см	мг/100 г					
		N-NO <sub>3</sub> + N-NH <sub>4</sub>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
		без ОСВ	с ОСВ	без ОСВ	с ОСВ	без ОСВ	с ОСВ
Отвальная	0-10	9,0	12,1	13,0	15,5	10,8	13,2
	10-20	10,3	13,4	12,2	15,3	10,2	12,9
	20-30	10,8	14,1	13,4	16,1	11,4	13,5
	0-30	10,0	13,2	12,9	15,6	10,8	13,2
Плоскорезная	0-10	11,2	13,5	13,8	15,0	11,8	13,2
	10-20	11,4	12,8	13,9	15,7	12,0	13,0
	20-30	10,9	13,2	14,4	17,0	12,4	14,4
	0-30	11,1	13,1	14,1	15,9	12,1	13,5
Комбинированная в севообороте	0-10	11,1	14,3	14,1	17,2	11,8	14,7
	10-20	10,8	12,7	13,6	14,7	11,3	12,2
	20-30	11,6	12,5	14,1	15,0	11,7	12,4
	0-30	11,2	13,2	14,0	15,6	11,6	13,1
Поверхностная	0-10	12,8	12,3	14,4	15,2	12,1	12,5
	10-20	11,2	13,0	14,6	16,4	12,3	14,0
	20-30	10,5	11,9	13,1	15,4	10,8	12,6
	0-30	11,5	12,4	14,0	15,7	11,7	13,1

элементов питания в почву происходил по отвальной системе обработки почвы и составлял без применения осадков сточных вод 73 кг/га азота, 18 кг/га фосфора и 83 кг/га калия, с внесением ОСВ 89, 23 и 101 кг/га соответственно.

Наши исследования показали, что сидераты по своему химическому составу являются азотно-калийным удобрением: азота в сухом веществе сидерата в среднем за годы исследований содержалось от 1,57 до 1,64 %, калия – от 1,83 до 1,89 %, тогда как фосфора – от 0,39 до 0,44 %.

Следует также отметить, что содержание элементов питания в викоовсяной смеси значительно колебалось по годам. Очевидно, это связано с разным соотношением вики и овса в посевах, которое, в свою очередь, зависело от складывающихся метеоусловий вегетационного периода.

Обеспеченность растений доступными питательными веществами является одним из основных признаков (табл. 4), характеризующих эффективное плодородие почвы. Источником их служит сама почва и вносимые удобрения. Процесс образования и накопления в почве доступных растениям форм питательных веществ является одним из основных условий получения высоких урожаев. При этом обработка почвы и удобрения позволяют направленно регулировать питательный режим в лучшую сторону.

Внесение ОСВ под викоовсяную смесь привело к увеличению содержания азота в пахотном слое на 32 % по отвальной системе обработки почвы и от 8 до 18 % – по остальным вариантам. По-видимому, это нельзя объяснить только внесением азота с ОСВ: в зависимости от систем обработки почвы активизация деятельности микроорганизмов и образование подвижных форм азота происходит в разной степени. По нашим данным, под посевами викоовсяной смеси по отвальной системе основной обработки почвы наблюдалась более высокая биологическая активность по всему пахотному слою.

Как показывают исследования, одновременно происходило повышение содержания подвижных форм фосфора и калия в почве от 11 до 21 % и от

12 до 22 % соответственно. При этом сохранялась та же закономерность: содержание подвижных  $P_2O_5$  и  $K_2O$  было выше по отвальной системе обработки почвы.

Таким образом, более сильное влияние на питательный режим почвы оказала заделка осадков сточных вод плугом на фоне отвальной системы обработки.

Проведенные исследования по применению осадков сточных вод в качестве удобрения под сидерат позволяют сделать следующие выводы:

– урожайность зеленой массы викоовсяной смеси в среднем за 6 лет при внесении осадков сточных вод в зависимости от способа заделки повышалась на 3,6-5,0 т/га;

– при внесении осадков сточных вод под однолетние травы содержание N, P, K в зеленой массе относительно снижалось. Однако общее накопление элементов в растительной массе викоовсяной смеси в связи с увеличением урожайности при использовании ОСВ повышалось: по азоту на 14-22 %, фосфору – 6-28 %, калию – 17-23 %;

– викоовсяная смесь в качестве сидерата является азотно-калийным удобрением. Возврат элементов питания при использовании осадков сточных вод в среднем за 6 лет составил: азота 69-89 кг/га, калия 81-101 кг/га, тогда как фосфора – 17-23 кг/га;

– более сильное влияние на питательный режим почвы оказывала заделка ОСВ плугом. Содержание минеральных форм азота в пахотном слое при этом повышалось на 32 % и от 8 до 18 % – по остальным вариантам; подвижных форм фосфора и калия соответственно увеличивалось на 21 и 22 %, а по 2-му, 3-му и 4-му вариантам на 12-13 %.

#### Литература

1. Верзилин В.В. и др. Сидерация в условиях Центрального Черноземья. / В.В. Верзилин, Н.Н. Королев, С.И. Коржов // Земледелие. 2005. № 3. С. 10-12.
2. Воробьева Р.П. и др. Использование осадков сточных вод / Р.П. Воробьев, А.С. Давыдов, Л.Ф. Новикова и др. // Агрохимический вестник. – 2000. – № 6. – С. 36– 37.
3. Давыдовская Е.Н. и др. Влияние сидерата на численность физиологических групп микроорганизмов в почве, загрязненной тяжелыми металлами / Е.Н. Давыдовская, О.В. Орлова // Тез. докл. Всеросс. молодежной конф. «Растение и почва». – СПб., 1999. – С. 57 – 58.
4. Касатиков В.А. Влияние ОСВ на почву // Химизация сельского хозяйства. – 1991. – № 1. – С. 58 – 61.
5. Лошаков Г.В. Проблемы экологического земледелия и севооборот // Главный агроном. 2006. № 5. С. 3-5.
6. Чеботарев Н.Т. Осадки сточных вод – на удобрение // Агрохимический вестник. – 1999. – № 5. – С. 39–40.