

# ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ состояние земель, орошаемых животноводческими стоками в Республике БАШКОРТОСТАН

**Представлены результаты изучения солевого режима почвы при утилизации животноводческих стоков. Проведено исследование солевого состава почвы, химического состава животноводческих стоков и грунтовых вод, определены тип и степень засоления почвы. Рассмотрены возможные мероприятия по уменьшению негативного влияния животноводческих стоков на орошаемые земли.**

## Введение

Одними из важнейших ресурсов нашей планеты являются водные ресурсы, причем потребление их ежегодно увеличивается. К 2025 г., по прогнозным расчетам ФГНУ «РосНИИПМ», объем водных ресурсов только на орошение земель ориентировочно составит 40 км<sup>3</sup>/год [1].

Проблема рационального использования водных ресурсов тесно связана с проблемой загрязнения природных вод. Объем сточных вод, сброшенных в поверхностные водные объекты России в 2009 г, составил 47,7 км<sup>3</sup>, в том числе на долю сельского и лесного хозяйства приходится 3,7 км<sup>3</sup> стоков [2]. В сельском хозяйстве основными крупными загрязнителями поверхностных водоемов являются комплексы по выращиванию крупного рогатого скота, свиней, птицы. По данным [3] ежегодно в российском животноводстве и птицеводстве образуется около 150 млн. т. органических отходов, утилизация которых обычно производится по одной из трех технологических схем:

1. биологическая очистка навозных стоков по типу городских сточных вод,
2. вывоз стоков на поля мобильным транспортом,
3. разделение жидкого навоза на твердую фракцию и стоки с дальнейшим использованием их на сельскохозяйственных полях орошения.

Использование животноводческих стоков для орошения обеспечивает очистку, утилизацию и обезвреживание взвешенных и орга-

нических веществ и биогенных элементов, являющихся основным фактором загрязнения водных объектов; по отношению к почве и растениям они являются ценными органическими удобрениями. Поэтому утилизация животноводческих стоков в системе почва – растение – водный объект актуальна как для защиты водных источников от загрязнения, так и для повышения плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Однако утилизация животноводческих стоков на полях орошения имеет и отрицательные последствия, которые связаны с накоплением в почве и грунтовых водах нитратов, а также увеличением содержания хлоридов и сульфатов, ведет к изменению солевого режима орошаемых земель и представляет собой сложную экологическую проблему.

Целью данной работы явилось изучение изменения солевого режима орошаемых земель при утилизации на них животноводческих стоков.

Задачи исследования: определение агрохимических и ирригационных свойств утилизируемых животноводческих стоков; изучение динамики солевого режима орошаемых земель.

## Материалы и методы исследования

Объектом исследований являлись орошаемые земли ГУСП совхоза «Роцинский» Стерлитамакского района Республики Башкортостан, где осуществляется утилизация животноводческих стоков свинокомплекса. Годовой объем стоков составляет 485 тыс. м<sup>3</sup>. Стоки в объеме 1300 м<sup>3</sup>/сут. после механической очистки поступают в пруды накопители, а твердая фракция на площадке естественного подсушивания. Жидкая фракция в результате длительного

### А.В. Комиссаров\*,

кандидат сельскохозяйственных наук, директор Управления по мониторингу мелиорируемых земель, ФГУ «Управление «Башмелиоводхоз»

### Ю.А. Ковшов,

главный гидрогеолог Управления по мониторингу мелиорируемых земель, ФГУ «Управление «Башмелиоводхоз»

\* Адрес для корреспонденции: Ummz\_ufa@mail.ru

выдерживания осветляется и обеззараживается. Осветленные стоки разбавляются водой р. Белая и подаются на орошение на специально подготовленные поля. Орошение производится дождевальными машинами «Волжанка» и «ОСМIS». Площадь утилизации составляет в настоящее время 150 га. Утилизация стоков происходит в период с мая по июль на паровых полях, в августе на полях после уборки озимых культур, а в сентябре и октябре – на полях после уборки яровых культур.

Наблюдение за солевым режимом почв осуществлялось путем бурения зондировочных скважин с отбором проб почвы для лабораторных анализов. Лабораторные исследования содержания водорастворимых солей в почве проводилось методом водной вытяжки. Наблюдения за химическим составом животноводческих стоков, поверхностных и подземных вод проводились путем отбора проб воды для производства лабораторных анализов. Лабораторные анализы воды проводились по общепринятым методикам.

Результаты лабораторных работ интерпретировались согласно методическим рекомендациями [4]. Оценка ирригационных и агрохимических свойств животноводческих стоков осуществлялась на основе СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения», пособие к ВНТП 01-98 «Оросительные системы с использованием сточных вод и животноводческих стоков», рекомендаций по определению состава контролируемых показателей качества оросительных вод (ФГНУ «РосНИИПМ»).

## Результаты и их обсуждение

Согласно «Требованиям к качеству сточных вод и их осадков, используемых для орошения и удобрения» [5] агрохимические требования, определяющие пригодность сточных вод для орошения, направлены на:

- повышение плодородия почвы, предупреждение аккумуляции в ней токсичных веществ, засоления и осолонцевания;
- получение стабильного и высокого урожая выращиваемых культур с качеством, отвечающим санитарно-гигиеническим и ветеринарным требованиям.

Химический состав сточных вод, используемых для орошения, оценивается по активности ионов водорода (рН), содержанию суммы легкорастворимых солей, соотношению одно- и двухвалентных катионов, нали-

чию основных биогенных элементов (азота, фосфора, калия), микроэлементов, органических веществ. Одним из основных показателей химического состава сточных вод, используемых для регулярного орошения, является рН, значение которого в оросительной воде должно составлять 7,5-8,5 (при рН почвы менее 6,0) и 6,0-7,5 (при рН почвы больше 6,0).

Поступление токсичных солей с оросительной водой не должно приводить к превышению критического содержания воднорастворимых солей в почве при содовом засолении 0,1 %, для других типов засоления - 0,25 % от веса почвы.

Для оценки ирригационных свойств животноводческих стоков использовались следующие зависимости [6]:

1. Ирригационный коэффициент:

$$K = \frac{288}{10[Na^+] - 5[Cl^-] - 9[SO_4^{2-}]}$$

2. Показатель вторичного осолонцевания почв:

$$SAR = \frac{[Na^+]}{\sqrt{([Ca^{2+}] + [Mg^{2+}]) / 2}}$$

3. Показатель опасности содового засоления:

$$NaHCO_3 = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

4. Коэффициент ионного обмена по Антипову-Каратаеву:

$$K = \frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{(Na^+) 0,23C}$$

где  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$  - содержание катионов и анионов в животноводческих стоках, мг-экв/дм<sup>3</sup>;  $C$  – минерализация животноводческих стоков, г/дм<sup>3</sup>.

Мониторинг химического состава животноводческих стоков проводился нами с 2006 по 2010 г. Результаты наблюдений показали, что используемые для утилизации животноводческие стоки характеризуются следующими величинами. Концентрация растворенных веществ по сухому остатку варьируется по годам от 2480 до 3706 мг/л. Из ионов солей в стоках в анионном составе преобладают гидрокарбонат-ион и хлорид-ион, а из катионов – натрий и кальций. Реакция животноводческих стоков изменяется от слабощелочной до щелочной (рН = 7,44-8,98). Содержание натрия 71,5 %-экв, магния – 17,1 %-экв, кальция – 11,4 %-экв, гидрокарбонатов – 62,7 %-экв, хлоридов – 33,9 %-экв, сульфатов – 3,4 %-экв. Содержание ионов аммония  $NH_4$  изменялось от 333,3 до 540,8 мг/дм<sup>3</sup>, фосфатов  $PO_4$  от 2 до 6 мг/дм<sup>3</sup>, нитритов  $NO_2$  от 0,61 до 1,07 мг/дм<sup>3</sup>,



нитратов NO<sub>3</sub> от 8,48 до 9,5 мг/дм<sup>3</sup>, ХПК от 887,2 до 1175,9 мг/дм<sup>3</sup>.

По нашим расчетам ирригационные характеристики утилизируемых животноводческих стоков варьировали в следующих пределах: ирригационный коэффициент изменялся от 0,5 до 2,7, что классифицирует животноводческие стоки как плохого (K<1,2) и неудовлетворительного (K=1,3-6,0) качества; показатель вторичного осолонцевания SAR изменялся в пределах 2,6-16,6, что показывает низкую (SAR < 10) и среднюю (SAR =10-18) опасность вторичного осолонцевания почвы; показатель содового засоления составлял 7,3-26,6, что показывает существование высокой опасности (NaHCO<sub>3</sub> > 2,5) содового засоления почвы. Коэффициент ионного обмена по Антипову - Каратаеву составляет от 0,2 до 0,6, что характеризует непригодность стоков для орошения.

Для изучения солевого режима почв на орошаемых землях на участке утилизации животноводческих стоков осенью 2006 и 2010 гг. было пробурено 10 зондировочных скважин с отбором проб почвы.

Наблюдениями 2006 г. было выявлено, что в скважинах №№ 4, 6, 7, 8 и 9 засоления почвы не отмечается (табл. 1). В скважине № 1 отмечено сульфатно-хлоридное засоление средней степени в горизонте 25 см. В сква-

жине №2 в верхнем (50 см) горизонте отмечалось слабое сульфатное засоление, а ниже (в горизонте 50-75 см) – среднее хлоридно-сульфатное. Слабая степень хлоридно-сульфатного и сульфатного засоления наблюдалась и в скважинах №№ 3, 5 и 10 (табл. 1). Проведенная в 2010 г. повторная солевая съемка выявила изменения в характере солевого режима почв, как по площади участка, так и по почвенным горизонтам. Прежде всего, отмечается повсеместное наличие засоления (в основном слабой степени) по всей мощности метрового слоя почвы. В скважинах 1, 6 и 8 отмечается средняя степень засоления верхнего горизонта. Анализ вертикального распределения засоления показывает, что происходит процесс прогрессивного засоления орошаемых земель. Причем солевой максимум отмечается в верхнем горизонте на тех участках, где утилизация животноводческих стоков производилась в текущем году. В местах прошлогодней утилизации стоков солевой максимум смещается вниз по почвенному профилю, т.е. наблюдается процесс естественного рассоления верхнего горизонта почвы.

Кроме того, утилизация животноводческих стоков повлияла и на химический состав грунтовых вод. В начале вегетационного периода (май 2010 г.) грунтовые воды на орошаемом участке залежали на глубине 1,5-3,5 м и характеризовались следующими показателями: концентрация растворенных веществ по сухому остатку составляла от 566

**Таблица 1**

Динамика солевого режима почв орошаемых земель ГУСП совхоз «Рощинский» на участке утилизации животноводческих стоков

Почвенный горизонт см	Год наблюдений	Номер скважины										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0 – 25	2006	Среднее СФХ*	Слабое СФ*	Слабое ХСФ*	НЗ*	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
	2010	Среднее СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Среднее СФ	Слабое СФ	Среднее СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ
25 – 50	2006	НЗ	Слабое СФ	Слабое СФ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
	2010	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Среднее СФ
50 – 75	2006	НЗ	Среднее ХСФ	НЗ	НЗ	Слабое СФ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ
	2010	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Среднее СФС	НЗ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ
75 - 100	2006	НЗ	НЗ	Слабое СФ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	НЗ	слабое СФ
	2010	НЗ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Сильное СФС	НЗ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ	Слабое СФ

\* Примечание: СФХ – сульфатно-хлоридное засоление, СФ – сульфатное засоление, ХСФ – хлоридно-сульфатное засоление, НЗ – незасолен.

до 652 мг/дм<sup>3</sup>; рН изменялся от 8,01 до 8,24. Из ионов солей в анионном составе преобладали гидрокарбонат-ион и хлор-ион, а из катионов – натрий и кальций. К окончанию вегетационного периода (сентябрь 2010 г.) сухой остаток повысился до 1500-1760 мг/дм<sup>3</sup>, рН составил 8,23-8,27, грунтовые воды залежали на глубине 2,3-5,2 м от поверхности земли. Среди анионов преобладали гидрокарбонаты и сульфаты, а в катионном составе натрия и магния. Таким образом, утилизация животноводческих стоков в совхозе «Роцинский» привела к сезонному повышению минерализации грунтовых вод.

## Заключение

**У**тилизация животноводческих стоков свинокомплекса ГУСП «Роцинский» РБ на прилегающих орошаемых землях привела к ухудшению экологической обстановки. За пятилетний период увеличилась степень засоления почвы, повысилась минерализация грунтовых вод.

В целях предотвращения дальнейшего развития процессов прогрессивного засоления почвы утилизацию животноводческих стоков необходимо чередовать с сезонными профилактическими промывками почвы пресными водами р. Белая. Рекомендуемая промывная норма, рассчитанная нами по формуле В.Р. Волобуева [7] оставляет 5600 м<sup>3</sup>/га. Промывку почвы необходимо вести на фоне дренажа, используя замкнутый цикл без сброса воды в водоприемник.

Уменьшить степень экологической нагрузки на почву можно путем увеличения площади

## Ключевые слова:

животноводческие стоки, утилизация стоков, солевой режим почвы, засоление почвы, минерализация грунтовых вод

утилизации животноводческих стоков до проектной – 700 га и включением в севооборот солеустойчивых многолетних трав.

## Литература

1. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России / под ред. В.Н. Щедрина. М.: Мелиоводинформ, 2009. 342 с.
2. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году: Государственный доклад / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. М., 2010. 288 с.
3. Сатликова Д.Ф. Проблемы развития технологий утилизации органических отходов животноводства в России / Д.Ф. Сатликова, О.П. Дружакина // Современные наукоемкие технологии. 2009. № 2. С. 74-75.
4. Методические указания по учету засоленных почв / Н.И. Базилович, Е.И. Панкова. М.: Гипроводхоз, 1968. 50 с.
5. СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Постановление Госкомсанэпиднадзора РФ 31.10.1996. № 46.
6. Рекомендации по определению состава контролируемых показателей качества оросительных вод. М.: Мелиоводинформ, 2003. 43 с.
7. Волобуев В.Р. Расчет промывки засоленных почв. М.: Колос. 1975. 70 с.

A.V.Komissarov, Yu.A.Kovshov

## ECOLOGICAL STATE OF LANDS IRRIGATED BY CATTLE-BREEDING DRAINS IN REPUBLIC OF BASHKORTOSTAN

**T**he results of studying the salt regime of soils in the disposal of cattle-breeding drains are presented. Soil chemical composition of cattle-breeding drains and ground waters

has been analyzed. The type and degree of soil salinity were determined. Possible measures to reduce the negative impact on irrigated land were suggested.

**Key words:** cattle-breeding drains, recycling of drains, a salt mode of soil, salinization of soil, a mineralization of ground waters