

## АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОРОСИТЕЛЬНЫХ И СБРОСНЫХ ВОД РИСОВОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

© 2010 В.В. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса, г. Краснодар

Поступила в редакцию 06.05.2010

В условиях полевого опыта получены данные по содержанию соединений азота, фосфора в оросительной и сбросной воде рисовой оросительной системы. Установлено, что содержание азотных соединений в оросительной и сбросной воде существенно ниже ПДК и не представляет экологической опасности. Внесение фосфорных удобрений практически не оказывает влияние на поступление фосфатов в водоприемники. Содержание водорастворимых солей в воде сбросных каналов было больше, чем в воде оросителей. Вода сбросного канала у молочно-товарной фермы характеризовалась превышением ПДК по содержанию водорастворимых солей, повышенным содержанием азотных соединений и наличием подвижного фосфора.

Ключевые слова: *вода оросительная, вода сбросная, аммоний, нитраты, нитриты, фосфор, общая минерализация, антропогенная нагрузка*

На современном этапе развития общества охрана окружающей среды рассматривается как одна из наиболее важных социальных проблем. Успешное ее решение невозможно без разработки методов объективной оценки состояния экосистем как основных функциональных единиц биосферы и определения допустимых экологических сдвигов под влиянием антропогенного воздействия. Мощным фактором изменения миграционной способности элементов в современных условиях является производственная деятельность человека. В агроценозах при смене растительности и вмешательстве человека в сложившуюся динамику почвенных процессов коренным образом меняются потоки химических элементов и их круговорот в различных звеньях [1]. Так, по данным Н.П. Грачёвой [2], за вегетационный период потери азота, внесённого в составе удобрений, составляют на рисовых почвах от 30 до 58%. К сожалению, исследования по выносу химических соединений со сбросными водами в результате применения удобрений на рисовых системах в нашей стране и в Краснодарском крае, в частности, проводились только в 80-х и начале 90-х гг. [3-5]. За рубежом этой проблеме уделяется большее внимание [6-8].

**Целью наших исследований** являлось установление степени антропогенной нагрузки и негативных последствий влияния хозяйственной деятельности человека на элементы окружающей среды в пределах рисовых мелиоративных агроландшафтов.

**Материал и методы исследований.** Исследования проводились в системе агроэкологического хозяйственного мониторинга на

производственных полях ФГУ ЭСП «Красное» Красноармейского района Краснодарского края в 2008-2009 гг. Точками сети мониторинга на водных объектах являлись:

- Федоровский гидроузел (створ поступления воды на рисовую систему);
- магистральный оросительный канал (вход на рисовую систему хозяйства);
- межкартовые оросители (О-О-3, О-О-3-4, ОЛ-2, ОЛ-4);
- сбросной коллекторный канал на выходе с рисовой системы хозяйства (С-1-1);
- межкартовые сбросные каналы (С-1-2, С-1-1', С-1-1", С-1-2-1).

Точки отбора проб воды располагались таким образом, чтобы максимально охватить всю рисовую оросительную систему хозяйства, располагающуюся на площади 1437 га. Для характеристики водных объектов использовали следующие показатели: содержание нитратов [9], нитритов [9], аммонийного азота [10], фосфатов [10], водорастворимых солей по сухому остатку [9]. Отбор проб воды проводили один раз в месяц, начиная с начала вегетационного периода и заканчивая полным сбросом воды с рисовой оросительной системы.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Проведенными исследованиями установлено, что в воде оросителей во все периоды отбора проб подвижных соединений фосфора не обнаружено. В 2008 г. в мае (начало вегетационного периода) в сбросных водах наличие  $P_2O_5$  не обнаруживалось, кроме воды сброса у молочно-товарной фермы (МТФ), где концентрация подвижного фосфора составляла 0,96 мг/л. В конце вегетационного периода фосфаты определялись во всех сбросных водах в количестве от 0,27 до 0,56 мг/л (максимальное количество обнаружено

*Ладатко Валерия Владиславовна, аспирантка. E-mail: lerakol@rambler.ru*

в воде сбросного канала у МТФ). Наличие фосфатов в сбросных водах объясняется повышением их подвижности под влиянием длительного затопления почвы при возделывании риса. В 2009 г. в июне в воде всех сбросных каналов отмечались следовые количества  $P_2O_5$ . В то же время в сбросной воде у молочно-товарной фермы фосфаты присутствовали в количестве – от 0,14 мг/л (май месяц) до 6,4 мг/л (июль месяц). Полученные нами результаты согласуются с данными исследований В.Н. Кудеярова, В.И. Стрекозовой [11] и И.В. Подлесного [3-4], которые также отмечали незначительное содержание фосфатов, как в поливной, так и в сбросной водах.

Учитывая, что вода для полива риса в исследуемом хозяйстве подается из р. Кубани, нами в

2008-2009 гг. определялась степень её загрязненности в начале вегетационного периода в районе Федоровского гидроузла. Двухлетние исследования качества воды, поступающей на рисовые чеки, показали наличие в ней загрязненности. Так, содержание азотных соединений в ней было в 2-3 раза больше, чем в воде оросительных каналов рисовой системы. В среднем за 2 года содержание нитратов во все периоды отбора проб в воде оросительных каналов было больше, чем в воде сбросных (табл. 1). Полученные результаты свидетельствуют о том, что рисовое поле в определенной степени играет роль очистителя (отстойника) поливной воды.

**Таблица 1.** Динамика содержания  $NO_3^-$  в водных объектах хозяйства, мг/л

Наименование водных объектов	Сроки отбора проб					Средняя арифметическая	Ошибка средней арифметической, ±
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
МОК	1,09	1,22	1,16	0,82	0,72	1,00	0,098
ороситель О-О-3	0,58	0,98	1,09	0,73	0,63	0,80	0,100
ороситель ОЛ-4	1,15	1,00	0,81	0,62	0,63	0,84	0,104
ороситель О-О-3-4	0,71	0,93	0,93	0,69	0,49	0,75	0,083
ороситель ОЛ-2	1,04	0,78	0,89	0,82	0,54	0,81	0,082
сброс С-1-2	0,20	0,31	0,23	следы	0,14	0,18	0,052
сброс С-1-1	0,18	0,52	0,16	0,05	0,05	0,19	0,086
сброс С-1-1'	0,34	0,53	0,42	0,21	0,09	0,32	0,077
сброс С-1-1"	0,60	0,78	0,93	0,60	0,18	0,62	0,126
сброс С-1-2-1	0,16	0,49	0,13	следы	0,16	0,19	0,081
средняя арифметическая	0,60	0,75	0,68	0,45	0,36		
ошибка средней арифметической, ±	0,122	0,090	0,126	0,110	0,083		

В воде магистрального оросительного канала (МОК), откуда она поступает на рисовую оросительную систему из створа Федоровского гидроузла, практически в течение всего периода вегетации риса отмечается повышенное содержание нитратов (от 0,82 до 1,22 мг/л) чем в воде межкартовых оросительных каналов. То есть, вода, подаваемая из р. Кубани для полива риса уже содержит в своем составе нитраты. Среди сбросных каналов самым высоким по содержанию нитратов ( $0,62 \pm 0,126$  мг/л) характеризуется вода сбросного канала, расположенного у молочно-товарной фермы (С-1-1"), что связано с их инфильтрацией от близко (10 м) расположенного навозохранилища. Как видно из представленных

данных, к концу вегетационного периода риса в воде оросительных каналов отмечается постепенное уменьшение содержания нитратов. Четкой динамики изменения концентрации нитратов от начала к концу поливного периода в сбросных каналах обнаружено не было. После проведения подкормки риса азотным удобрением (июнь) количества нитратов в сбросных водах увеличивается ( $0,75 \pm 0,090$  мг/л). Превышения ПДК (45 мг/л) нитратов во всех изучаемых водных объектах не отмечено.

В течение всего вегетационного периода среднее содержание  $NO_2^-$  в оросительных каналах варьировало от 0,03 до 0,07 мг/л, а в воде сбросных каналов – от 0,01 до 0,47 мг/л (табл. 2).

Таблица 2. Динамика содержания  $\text{NO}_2^-$  в водных объектах хозяйства, мг/л

Наименование водных объектов	Сроки отбора проб					Средняя арифметическая	Ошибка средней арифметической, $\pm$
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
МОК	0,03	0,06	0,06	0,04	0,06	0,05	0,006
ороситель О-О-3	0,04	0,06	0,06	0,04	0,07	0,05	0,006
ороситель ОЛ-4	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,05	0,004
ороситель О-О-3-4	0,06	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,005
ороситель ОЛ-2	0,04	0,05	0,04	0,03	0,04	0,04	0,003
сброс С-1-2	0,04	0,24	0,02	0,01	0,01	0,06	0,044
сброс С-1-1	0,03	0,26	0,02	0,01	0,01	0,07	0,049
сброс С-1-1'	0,03	0,10	0,01	0,01	0,01	0,03	0,017
сброс С-1-1''	0,27	0,47	0,01	0,01	0,01	0,15	0,094
сброс С-1-2-1	0,03	0,31	0,02	0,02	0,02	0,08	0,058
средняя арифметическая	0,06	0,17	0,03	0,03	0,03		
ошибка средней арифметической, $\pm$	0,023	0,047	0,006	0,005	0,008		

Повышенное содержание нитритов в сбросных каналах в первой половине июня, по видимому, является следствием проведения азотной подкормки посевов риса авиационным способом. Максимальное содержание нитритов (до  $0,17 \pm 0,047$  мг/л) отмечено в воде сбросного канала С-1-1' у молочно-товарной фермы. Превышения ПДК (3,3 мг/л) по содержанию нитритов в течение всего периода наблюдения обнаружено не было.

Содержание аммонийного азота в воде оросительных каналов варьировало от 0,07 до 0,74 мг/л (табл. 3). Наибольшие его содержание

выявлено в воде МОК ( $0,39 \pm 0,088$  мг/л), в которой она поступает из Федоровского гидроузла. Концентрация  $\text{NH}_4^+$  в воде сбросных каналов варьировала от 0,12 до 1,52 мг/л. Максимальное содержание аммиачного азота ( $0,73 \pm 0,209$  мг/л) обнаружено в сбросной воде у молочно-товарной фермы (С-1-1''). Большое влияние на содержание аммонийного азота в водных объектах оказывают азотные подкормки посевов риса. После их проведения (июнь) в исследуемых водных объектах отмечалось наибольшее содержание  $\text{NH}_4^+$  ( $0,46 \pm 0,098$  мг/л).

Таблица 3. Динамика содержания  $\text{NH}_4^+$  в водных объектах хозяйства, мг/л

Наименование водных объектов	Сроки отбора проб					Средняя арифметическая	Ошибка средней арифметической, $\pm$
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
МОК	0,74	0,33	0,32	0,28	0,28	0,39	0,088
ороситель О-О-3	0,07	0,26	0,29	0,26	0,16	0,21	0,041
ороситель ОЛ-4	0,18	0,31	0,30	0,27	0,19	0,25	0,027
ороситель О-О-3-4	0,17	0,20	0,31	0,20	0,21	0,22	0,024
ороситель ОЛ-2	0,19	0,49	0,28	0,25	0,16	0,27	0,058
сброс С-1-2	0,23	0,38	0,16	0,17	0,12	0,21	0,046
сброс С-1-1	0,26	1,03	0,31	0,13	0,24	0,39	0,162
сброс С-1-1'	0,19	0,27	0,31	0,13	0,21	0,22	0,031
сброс С-1-1''	1,52	0,29	0,55	0,59	0,72	0,73	0,209
сброс С-1-2-1	0,60	1,03	0,21	0,13	0,26	0,45	0,167
средняя арифметическая	0,42	0,46	0,30	0,24	0,26		
ошибка средней арифметической, $\pm$	0,140	0,098	0,032	0,043	0,054		

К концу вегетационного периода, в результате массового сброса воды с чеков перед уборкой риса, содержание  $\text{NH}_4^+$  в воде сбросных каналов увеличивается. Превышения ПДК (2,5 мг/л) по содержанию аммонийного азота в воде всех изучаемых объектов не обнаружено. По данным В.Н. Кудеярова и В.И. Стрекозовой [11], в сбрасываемой с чеков воде содержание аммония в 2 раза больше, чем в поливной. В наших исследованиях в сбросной воде содержание аммония было только в 1,5 раза больше даже в воде сброса у МТФ, где большее негативное влияние оказывает навозохранилище.

Содержание водорастворимых солей в результате их вымывания из почвы было в 1,5-3,0 раза больше в воде сбросных каналов (от 258 до 1110 мг/л), чем в оросительных (от 158 до 370

мг/л) (табл. 4). Исследованиями, проведенными А.Я. Ачкановым, В.К. Бугаевским и Н.С. Туром [12], показано, что в конце 70-х гг. в хозяйствах Краснодарского края содержание солей в сбросных каналах было почти в 5 раза больше, чем в оросителях. По их мнению, удаление солей происходит в результате диффузии из самого верхнего слоя почвы в поливные воды. Наибольшее содержание водорастворимых солей (255±33,032 мг/л) в оросительной воде обнаружено в магистральном оросительном канале. ПДК содержания водорастворимых солей в воде составляет 1000 мг/л. В сбросном канале вблизи молочно-товарной фермы отмечено ее превышение, где и было выявлено максимальное их количество (985±61,649 мг/л).

**Таблица 4.** Динамика содержания водорастворимых солей в водных объектах хозяйства, мг/л

Наименование водных объектов	Сроки отбора проб					Средняя арифметическая	Ошибка средней арифметической, ±
	май	июнь	июль	август	сентябрь		
МОК	285	226	205	189	370	255	33,032
ороситель О-О-3	298	244	216	216	233	241	15,118
ороситель ОЛ-4	-	233	158	190	211	198	15,964
ороситель О-О-3-4	237	215	187	181	223	209	10,685
ороситель ОЛ-2	314	190	155	186	178	205	28,014
сброс С-1-2	402	364	288	312	287	331	22,666
сброс С-1-1	364	326	304	305	282	316	13,829
сброс С-1-1'	288	300	258	280	278	281	6,888
сброс С-1-1''	870	1110	806	1090	1049	985	61,649
сброс С-1-2-1	337	317	286	342	275	311	13,404
средняя арифметическая	377	353	286	329	339		
ошибка средней арифметической, ±	63,644	86,025	60,214	86,705	80,679		

**Выводы:** проведенными исследованиями установлено, что содержание азотных соединений в оросительной и сбросной воде значительно ниже ПДК и не представляет экологической опасности. Внесение фосфорных удобрений также не оказывает влияния на поступление фосфатов в водоприемники. Используемая сегодня в производстве риса технология применения минеральных удобрений не опасна для водных объектов рисовой оросительной системы и ее водоприемников, т.к. не приводит к увеличению концентрации азота и фосфора до порога токсичности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Обухов, А.И. Влияние деятельности человека на миграцию элементов в субтропических ландшафтах Западной Грузии // Экологические проблемы сельского хозяйства. Материалы I Всесоюзной методологической школы-симпозиума. – М.: Наука, 1978. – С. 98-99.
2. Грачева, Н.П. Влияние ингибиторов нитрификации и гербицидов на микрофлору и трансформацию азота удобрений в почве при возделывании риса: Автореф. дисс....канд. биол. наук. – М., 1982. – 16 с.
3. Разработать и проверить в условиях опытного хозяйства высокоэффективные системы органоминеральных удобрений с учетом их новых форм и видов, изучить воздействие удобрений на физико-химические свойства почвы: Отчет о НИР (промеж.) / ВНИИ риса, том 2. Краснодар, 1984. – 213 с.
4. Разработать и проверить в условиях опытного хозяйства высокоэффективные системы органоминеральных удобрений с учетом их новых форм

- и видов, изучить воздействие удобрений на физико-химические свойства почвы: Отчет о НИР (заключ.) / ВНИИ риса, том 2. Краснодар, 1985. – 316 с.
5. Изучить сроки, дозы и способы внесения различных органических и минеральных удобрений и регуляторов роста в рисовом севообороте, а также влияние удобрений и мелиорантов на плодородие почв, разработать прогноз его изменения в условиях интенсивного возделывания риса: Отчет о НИР (заключ.) / ВНИИ риса. – Краснодар, 1990. – 68 с.
  6. *Mishima, Shin-Ichiro*. Relationship between nitrogen and phosphate surplus from agricultural production and river water quality in two types of production structure / *Shin-Ichiro Mishima, Satoru Taniguchi, Kazunori Kohyama, Michio Komada* // *Soil Sci. and Plant. Nutr.* – 2007. – V. 53, № 3. – P. 318-327.
  7. *Zhao, Xiao-Rong*. Shengtao xuebao / *Xiao-Rong Zhao, Xiao-Ying Zhong, Gui-Rong Li et al.* // *Acta ecol. sin.* – 2006. – V. 26, № 9. – P. 3011-3017.
  8. *Liu, Li-hua*. Xibei nonglin keji daxue xuebao. Ziran Kexue ban / *Li-hua Liu, Shu-ying Yang, Jia-long Lu* // *J. Northwest Sci-Tech Univ. Agr. And Forest. Nat. Sci-Ed.* – 2003. – № 3. – P. 123-61.
  9. *Аринушкина, Е.В.* Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1961. – 492 с.
  10. *Рябцова, С.А.* Методические указания для агрохимического обследования и анализа длительно затопляемых почв / *С.А. Рябцова, В.Н. Чижиков, Т.Ф. Бочко, Л.А. Швыдка*. – Краснодар, 2007. – 56 с.
  11. *Кудеяров, В.Н.* Питательные элементы в водах рисовых оросительных систем дельты р. Кубань / *В.Н. Кудеяров, В.И. Стрекозова* // *Химия почв рисовых полей* – М.: Наука, 1976. – С. 89-95.
  12. *Кучанов, А.Я.* Динамика солей в почвах дельты Кубани и ее влияние на состояние посевов риса / *А.Я. Ачканов, В.К. Бугаевский, Н.С. Тур* // *Химия почв рисовых полей* – М.: Наука, 1976. – С. 26-36.

## AGROECOLOGICAL MONITORING OF IRRIGATING AND WASTE WATERS OF RICE IRRIGATING SYSTEM

© 2010 V.V. Ladatko

All-Russia Scientific Research Institute of Rice, Krasnodar

In conditions of field experience data under the content of nitrogen, phosphorus compounds in irrigating and waste water of rice irrigating system are obtained. It is established, that the content of nitric compounds in irrigating and waste water is essential below maximum concentration limit and does not represent ecological hazard. Entering of phosphoric fertilizers practically does not influence receipt of phosphates in water receivers. The content of water-soluble salts in water of waste canals was more, than in water of irrigation canals. Water of waste canal at dairy-commodity farm was characterized by excess of maximum concentration limit under the content of the water-soluble salts, the increased content of nitric connections and presence of mobile phosphorus.

Keywords: *water irrigating, water waste, ammonium, nitrates, nitrites, phosphorus, general mineralization, anthropogenic load*