

СОВРЕМЕННОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ КУБАНИ

© 2010 О.А. Гуторова, А.Г. Ладатко

Всероссийский научно-исследовательский институт риса, г. Краснодар

Поступила в редакцию 06.05.2010

По результатам собственных исследований рассмотрено качество воды р. Кубани и пригодность её для орошения риса. Показана степень загрязнения воды на рисовых чеках и способность её самоочищаться.

Ключевые слова: *рисовые чеки, растворенный кислород, ионный состав воды, биохимическое потребление кислорода*

Водные ресурсы, их количественное и качественное состояние играют важную роль в обеспечении устойчивого социально-экономического развития Краснодарского края, который располагает значительным водным потенциалом. По данным Кубанского бассейнового водного управления в крае насчитывается 7751 рек, общей протяжённостью 29125 км, 1090 озёр и лиманов, 3 больших водохранилища и более 2 тыс. мелких водохранилищ и прудов. К категории крупных рек относится р. Кубань, имеющая общую длину 870 км и водосборную площадь 57900 км² [2]. Река Кубань является основным источником водоснабжения рисовых оросительных систем Краснодарского края. Среднегодовое количество стока составляет 13,0 км³, максимальный – 19,7 км³ (1997 г.), минимальный – 7,3 км³ (1986 г.), амплитуда колебаний – 12,5 км³. Сток р. Кубани зарегулирован Краснодарским водохранилищем (ёмкость 1,95 км³), годовой баланс которого складывается положительно [9].

Водоснабжение рисовых систем на 22% обеспечивается за счёт ёмкости водохранилища и на 78% за счёт стока р. Кубани в поливной период (июль-сентябрь). Водность реки в этот период, в основном, определяет степень водообеспеченности рисовых систем оросительной водой [9]. Структура сброса сточных вод в поверхностные водные объекты по отраслям значительно варьирует. По состоянию на 2008 г. в составе сточных вод промышленности преобладают нормативно-чистые (96%), а в сельском хозяйстве сброс нормативно-чистых вод составляет 74% и загрязнённых – 26%. По данным мониторинга вода р. Кубани относится к третьему и второму классу качества, «умеренно-загрязнённая» и «чистая» [2].

Гуторова Оксана Александровна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник группы агробиологических исследований. E-mail: oksana.gutorova@mail.ru
Ладатко Александр Григорьевич, кандидат биологических наук, руководитель группы агробиологических исследований. E-mail: ag-ladatko@rambler.ru

Цель исследований: изучение степени загрязнения и способности к самоочищению водных объектов рисовой оросительной системы.

Материал и методы исследования. Объектом исследования являлись вода р. Кубани и вода рисовой оросительной системы опытно-производственного участка ГНУ ВНИИ риса, находящихся в одинаковых гидрологических, климатических и почвенно-морфологических условиях. По геоморфологическому районированию дельты р. Кубани территория исследуемых объектов входит в стародельтовый район [1]. Пробы воды из р. Кубани отбирали один раз в месяц в поверхностном горизонте до 12 часов дня. Исследования проводили на отдельном участке реки возле насосной станции №1, которая обеспечивает подачу воды на рисовую оросительную систему опытно-производственного участка ГНУ ВНИИ риса. На рисовых чеках отбор проб воды проводили в течение всего оросительного периода.

Для определения биохимической потребности кислорода за 5 суток (БПК₅) использовали манометрическую систему OxiTop фирмы WTW [12]. Определения содержания неорганических анионов (F⁻, Cl⁻, Br⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻, NO₂⁻, PO₄³⁻) проводили на ионной хроматографической системе ICS-2000 фирмы Dionex, катионов (Na⁺, K⁺, Ca²⁺) – на пламенном фотометре PFP7 фирмы Buck Scientific. Концентрацию растворённого в воде кислорода определяли кислородомером Oxi 340i фирмы WTW, общую минерализацию – кондуктометром S30 фирмы Mettler Toledo, активность водородных ионов определяли портативным измерителем pH/EC/TDS/температуры HI 991301 фирмы Spectrum.

Результаты исследования и их обсуждение. В соответствии с требованиями к составу и свойствам поверхностных вод содержание растворённого кислорода в пробе, отобранной до 12 часов дня, не должно опускаться ниже 4 мг/л в любой период года. Проведённые исследования показали, что кислородный режим р. Кубани в поливной период для возделывания риса был

удовлетворительным. Степень насыщения воды кислородом летом варьировало от 78% до 93%, или 6,42-7,20 мгО₂/л, а к осени увеличивалось до 94-100 %, или 8,35-9,60 мгО₂/л (рис. 1).

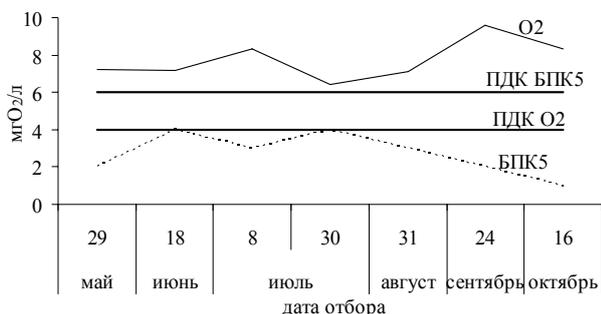


Рис. 1. Содержание растворенного кислорода и величина БПК₅ воды р. Кубани

Изменения концентраций растворенного кислорода в воде тесно связано с величиной биохимического потребления кислорода. Показатель БПК, как правило, характеризует содержание в воде легкоокисляющихся органических веществ и широко используется для оценки загрязнённости поверхностных вод [3, 5]. В зависимости от категории водоёма величина БПК₅ регламентируется не более 3 мг О₂/л для хозяйственно-питьевого водопользования и не более 6 мгО₂/л для хозяйственно-бытового и культурного водопользования [5, 11].

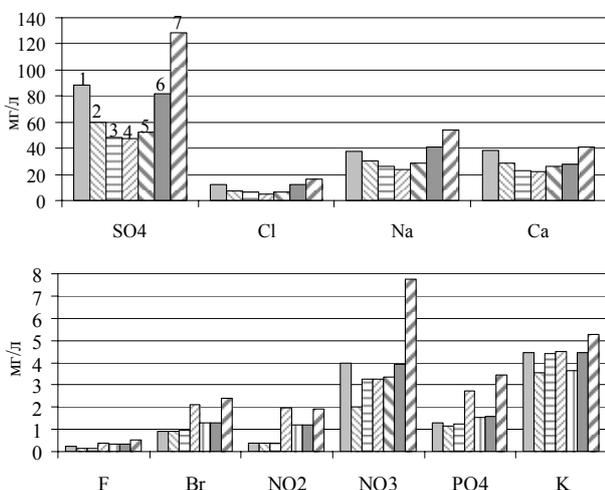


Рис. 2. Химический состав воды р. Кубани.

Условные обозначения: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 – даты отбора (1 – 29.05; 2 – 18.06; 3 – 08.07; 4 – 30.07; 5 – 31.08; 6 – 24.09; 7 – 16.10)

Анализ проб воды р. Кубани показал, что в исследуемом водоёме величина БПК₅ составила весной 2 мг О₂/л, летом 3-4 мг О₂/л и осенью – 1-2 мг О₂/л. По степени загрязнения легкоокисляемыми органическими веществами вода р. Кубани характеризуется в весеннее и осеннее время как «чистая», а летом – как «загрязнённая». Общая минерализация воды р. Кубани с

мая по август варьирует от 141 до 157 мг/л. Величина минерализации возрастает осенью одновременно с увеличением концентраций компонентов в ионном составе (рис. 2). Активность водородных ионов изменяется в небольшом интервале от 7,42 до 7,87 ед.

Результаты химического анализа воды р. Кубани показали (рис. 2), что она не загрязнена изучаемыми неорганическими соединениями, за исключением бромид-иона, концентрация которого за период наблюдений составило 0,90-2,41 мг/л, что выше ПДК культурно-бытового водопользования (ПДК_{к-б}). Среди анионов в химическом составе воды р. Кубани преобладает сульфат-ион, в небольших количествах присутствует хлорид-ион. Их содержание увеличивается весной и осенью. В летний период концентрация сульфатов и хлоридов не превышает 60 и 8 мг/л соответственно. Содержание фосфат-иона в летний период не выше значений ПДК_{к-б}, максимальная концентрация его наблюдается осенью в результате поступления со сточными водами. Концентрация в воде нитритов и нитратов в период исследований не превышало ПДК_{к-б}. В катионной группе преобладают ионы натрия и кальция. Летом их концентрация в р. Кубани не выше 30 мг/л, а осенью повышается до 40-54 мг/л. В третьей декаде июля и августа наблюдалось ухудшение качества воды. Основными загрязняющими веществами являлись бромиды, фториды, фосфаты. Превышение ПДК_{к-б} наблюдалось только по содержанию бромидов.

Как показали наши исследования, вода в оросительном канале сильно не отличалась от источника орошения (р. Кубань) по химическому составу, содержанию растворенного кислорода и органических веществ. Кислородный режим поливной воды в период вегетации риса складывался удовлетворительно. Содержание растворенного кислорода было в пределах 6,98-7,70 мг О₂/л. Низких значений концентраций кислорода в воде оросительного канала не отмечено. Летом насыщение воды кислородом достигало 88%, а содержание органических веществ, определяемых по БПК₅, составило в среднем 4 мг О₂/л.

Общая минерализация воды является доминирующим ирригационным показателем при орошении. Оросительная вода имеет ограничения в использовании при орошении сельскохозяйственных культур: если содержание натрия и хлора составляет более 3 и 4 мг-экв/л соответственно, нитратов более 5 мг/л, активность ионов водорода менее 6,5 или более 8,4 ед. [6, 7]. Оросительная вода, по результатам наших исследований, характеризовалась величинами минерализации порядка 130-174 мг/л и слабощелочной реакцией (рН в среднем 7,75 ед.). По своему химическому составу она сильно не отличалась от р. Кубани в течение всего периода наблюдений.

Концентрация нитритов и фосфатов в оросительной воде была 0,4 и 1,2 мг/л соответственно, а в отдельных пробах они вообще отсутствовали. Содержание нитратов варьировало в пределах от 1,85 до 3,24 мг/л. Таким образом, по химическому составу оросительная вода отвечала требованиям пригодности для орошения риса.

Как известно, в разложении органических веществ участвуют различные группы организмов, главным образом это бактерии. В результате сложных биохимических процессов углеводы, жиры и белки разлагаются на более простые соединения. Конечными продуктами являются минеральные соли, газы и вода. Эти соединения поглощают водоросли, высшие растения и простейшие организмы. Самым важным условием в начальный период вегетации риса является наличие в воде растворенного кислорода. Если кислорода в воде недостаточно, то высшие организмы погибают. В результате органические соединения вместо окисления подвергаются анаэробному разложению с выделением H_2S , CH_4 , CO_2 и H_2 , оказывающие негативное влияние на развитие растений. Через 10 дней после затопления рисовых чеков насыщение воды кислородом составило 68% или 5,86 мг O_2 /л. После проведения подкормки посевов риса азотным удобрением содержание в воде растворенного кислорода увеличивается в 2 раза (11,72-12,90 мг O_2 /л). Это связано с абсорбцией кислорода из атмосферы, погодными условиями (во II декаде июня наблюдалось выпадение осадков), а также с процессом фотосинтеза за счёт развития фитопланктона (рис. 3). Изменение видового разнообразия водорослей на рисовых полях Кубани определяется фазами вегетации риса, режимом орошения, внесением минеральных удобрений и другими агротехническими условиями [4, 10]. Низкое содержание растворенного в воде кислорода отмечено в период с III декады июня и до конца августа (2,27-5,29 мг O_2 /л). Кроме этого, в этот период отмечается максимальное количество органических веществ в воде, учитываемых по БПК₅. Критические величины БПК₅ отмечены 22 июня и 10 июля – 14 и 18 мг O_2 /л соответственно, что значительно выше ПДК_{к-б}.

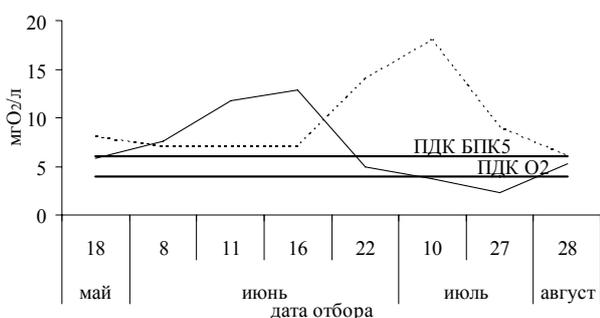


Рис. 3. Содержание растворенного кислорода и величина БПК₅ воды в рисовых чеках

Потребление кислорода в воде рисовых чеков связано с процессом окисления органических веществ отмершего фитопланктона, интенсивное развитие которого наблюдалось в фазе кущения риса (июнь). Этому периоду соответствует массовое размножение нитчатых и сине-зелёных водорослей [4], при разложении которых и происходит накопление в воде органических соединений. Повышенная температура воздуха и небольшая сумма осадков в это время способствовали снижению содержания кислорода в воде рисовых чеков. На концентрацию растворённого кислорода также оказывает влияние и гидрологический режим рисового поля, а именно температура, слой воды, проточность, состав и концентрация растворенных веществ, слабое перемешивание водной массы, особенно в условиях сухой безветренной погоды. К концу оросительного сезона потребление кислорода уменьшилось и значение БПК₅ перед сбросом воды в чеке (август) составило 6 мг O_2 /л, что свидетельствует об интенсивном протекании химико-биологических процессов в рисовом поле. Следовательно, можно заключить, что рисовые экосистемы обладают хорошей потенциальной способностью к самоочищению и самовосстановлению.

Анализ химического состава воды на рисовых чеках показал (рис. 4), что во все периоды отбора ее общая минерализация на 43% выше, чем в оросителе, главным образом за счёт увеличения содержания хлоридов, сульфатов, натрия. Наибольшие значения рН воды в посевах риса отмечено в июне 8,57-9,10 ед. Подщелачивание воды в рисовых чеках связано с развитием водорослей. В остальные периоды величина рН не превышала 7,5 ед.

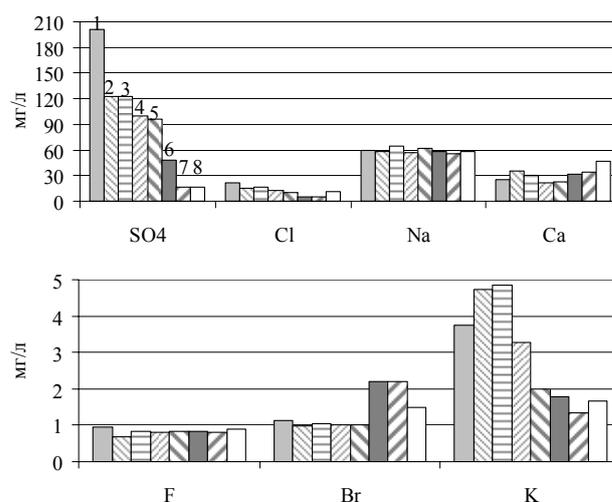


Рис. 4. Химический состав воды в рисовых чеках. Условные обозначения: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 - даты отбора (1 – 18.05; 2 – 08.06 (перед подкормкой); 3 – 11.06 (через 2 дня после подкормки); 4 – 16.06; 5 – 22.06; 6 – 10.07; 7 – 27.07; 8 – 28.08)

Через 10 дней после затопления рисовых чеков в пробах воды обнаружены все изучаемые ионы, кроме нитритов. Химический состав воды, которая сбрасывалась до внесения азотной подкормки, отличался от оросительной воды большей минерализацией и содержанием неорганических соединений в ионном составе. Через 2 дня после подкормки посевов риса азотным удобрением отмечается появление в воде нитритов и нитратов в количестве 0,41 и 1,03 мг/л соответственно, что ниже ПДК_{к-б}. Значительных изменений концентраций других неорганических ионов не наблюдалось. Через 4 дня после подкормки и до конца оросительного сезона содержание нитрит- и нитрат-ионов во всех без исключения пробах воды не обнаружено.

Известно, что содержание фторид-иона зависит от минерализации и химического состава воды [8]. С увеличением минерализации воды в посевах риса, по сравнению с источником орошения (р. Кубань), повышается концентрация фтора. Так, в среднем за летний период вода р. Кубани характеризуется минимальным содержанием фтора (0,24 мг/л) при минерализации 152 мг/л, а максимальная его концентрация (0,82 мг/л) обнаруживается в воде рисовых чеков с минерализацией 263 мг/л. Содержание фторид-иона не превышает значение ПДК_{к-б}. В период массового сброса воды из рисовых чеков (сентябрь) в сбросном канале увеличивается содержание фторидов, бромидов, хлоридов, фосфатов, сульфатов, калия и натрия в 1,5-2,0 раза без превышения ПДК_{к-б}. Содержание растворённого кислорода и минерализация воды меньше чем в оросителе на 33% и 49% соответственно. По содержанию в воде легкоокисляемых органических веществ сбросной канал можно отнести к категории «грязный» пятого класса качества. Величина БПК₅ преимущественно составляет 6-7 мг O₂/л.

Выводы: самоочищающая способность водных объектов рисовой оросительной системы зависит от складывающихся окислительно-восстановительных условий, кислородного, гидрологического и температурного режима. Вода реки Кубани с учётом максимальных концентраций загрязняющих органических веществ

характеризуется в основном как «умеренно-загрязнённая», третьего класса качества и по химическому составу пригодна для орошения риса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Блаженный, Е.С. Почвы дельты реки Кубани и прилегающих пространств (их свойства, происхождение и пути рационального хозяйственного использования) / Е.С. Блаженный. – Краснодарское книж. изд-во, 1971. – 276 с.
2. Доклад «О состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2008 году». – Краснодар, 2009. – 328 с.
3. Жукинский, Л.А. Принципы и опыт построения экологической классификации качества поверхностных вод суши / Л.А. Жукинский, О.П. Оксенок, Т.Н. Олейник, С.И. Кошелева // Гидробиологический журнал. – 1981. Т. XVII, № 2. – С. 38-49.
4. Морарь, С.Н. Особенности развития водорослей на рисовых полях Кубани: автореф. дис. канд. биол. наук / С.Н. Морарь. – Краснодар, 1973. – 24 с.
5. Муравьёв, А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А.Г. Муравьёв. – 3-е изд., доп. и перераб. – СПб.: «Крисмас +», 2004. – 248 с.
6. Панкова, Е.И. Оценка пригодности воды для орошения / Е.И. Панкова, А.Н. Прохоров // Гидротехника и мелиорация. – 1985. - № 10. – С. 54-58.
7. Панкова, Е.И. Экологические требования к качеству оросительных вод / Е.И. Панкова, И.П. Айдаров // Почвоведение. – 1995. - № 7. – С. 870-878.
8. Попов, В.Г. Фтор в подземных водах Западной Башкирии / В.Г. Попов // Гидрохимические материалы. – 1977. Т. LXV. – С. 57-65.
9. Система рисоводства Краснодарского края: Рекомендации / Под общ. ред. Е.М. Харитоновой. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – 340 с.
10. Фанян, Г.Г. Альгофлора рисовых полей Кубани / Г.Г. Фанян, А.Х. Шеуджен и др. // Под ред. проф. А.Х. Шеуджена. – Майкоп, ГУРИПП «Адыгея», 2001. – 580 с.
11. Шитиков, В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг, Т.Д. Зинченко. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
12. Respirometrische BSB₅ – Bestimmung von mit hemmenden – oder toxischen Stoffen belastetes Abwasser mit dem OxiTop® - Meßsystem / WTW Applikationsbericht BSB 997 232, 2006.

MODERN ECOLOGICAL STATE OF RICE IRRIGATING SYSTEMS IN CONDITIONS OF KUBAN

© 2010 O.A. Gutorova, A.G. Ladatko
All-Russia Scientific Research Institute of Rice, Krasnodar

By results of own researches quality of water in r. Kuban and its suitability for rice irrigating is examined. It is shown water contamination level on rice checks and its ability of selfrefining.

Key words: rice checks, dissolved oxygen, ionic compound of water, biochemical oxygen consumption

Oksana Gutorova, Candidate of Biology, Senior Research Fellow at the Group of Agrobiological Researches. E-mail: oksana.gutorova@mail.ru

Alexander Ladatko, Candidate of Biology, Chief of the Group of Agrobiological Researches. E-mail: ag-ladatko@rambler.ru