

ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВОДЫ р. ЕНИСЕЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИРРИГАЦИИ

S.E. Badmaeva, Y.V. Badmaeva

HYDROCHEMICAL WATER ANALYSIS OF THE YENISEI RIVER FOR THE AIMS OF IRRIGATION

Бадмаева С.Э. – д-р биол. наук, проф., зав. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: s.bad55@mail.ru

Бадмаева Ю.В. – ст. преп. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: s.bad55@mail.ru

Badmaeva S.E. – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Built-up Territories Inventory and Planning of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: s.bad55@mail.ru

Badmaeva Yu.V. – Asst, Chair of Built-up Territories Inventory and Planning of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: s.bad55@mail.ru

Качество воды – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования. Контроль качества вод – проверка соответствия показателей качества вод установленным нормам и требованиям. Повышение эффективности очистки поверхностных вод и контроль их качества – это приоритетные направления в сохранении водных ресурсов. Критерием оценки загрязнения воды тем или иным веществом является его предельно допустимая концентрация (ПДК). При одновременном использовании водного объекта или его участка по нескольким видам водопользования приоритет отдается наиболее жестким нормам, т. е. рыбохозяйственным. Установлено, что в р. Енисей, в районе с. Атаманово, минерализация воды в реке колеблется в пределах от 113 до 147 мг/л (ПДК 1000 мг/л). Содержание растворенного в воде кислорода во все сезоны года находится в оптимальных величинах – от 10,2 до 13,3 мг/л (ПДК 6,0 мг/л). Содержание взвешенных веществ в среднем за 3 года составило 5,78 мг/л. Проведен мониторинг гидрохимического режима воды реки Енисей в районе с. Атаманово и динамика компонентного состава. Содержание загрязняющих веществ в воде определялось по 17 индигredientам. В оросительный период отмечается загрязненность высокого уровня железом, медью, цинком, никелем и кадмием. К кон-

цу вегетационного периода происходит увеличение содержания показателей ирригационного коэффициента (хлора, натрия и сульфатов). Критерий оценки качества воды в оросительные периоды был оценен по ирригационному коэффициенту Стеблера, установлено, что данный коэффициент равняется 1,65 и характеризует качество поливной воды как неудовлетворительное.

Ключевые слова: ирригация, оросительный период, гидрохимический режим, загрязняющие вещества, компонентный состав.

The quality of water is the characteristic of structure and properties of water, its defining suitability for concrete types of water use. Quality control of waters is check of compliance of indicators of quality of waters to the established norms and requirements. The increase of efficiency of cleaning of a surface water and control of their quality are priority directions in water resources preservation. Criterion of an assessment of pollution of water this or that substance is its maximum permissible concentration (MPC). At simultaneous use of water object or its site by several types of water use the priority is given to the most rigid norms, i.e. fishery. It is established that in the Yenisei river, near the village of Atamanovo the water mineralization in the river fluctuates ranging from 113 to 147 mg/l (maximum concentration limit is 1000 mg/l). The content of the oxygen dissolved in the water during all sea-

sons of year is in optimum size is from 10.2 to 13.3 mg/l (maximum concentration limit of 6.0 mg/l). The content of the weighed substances for 3 years averaged 5.78 mg/l. The monitoring of the hydrochemical mode of water of the Yenisei near the village of Atamanovo and dynamics of component structure was carried out. The content of the polluting substances in the water was determined by 17 ingredients. During the irrigating period high level contamination with iron, copper, zinc, nickel and cadmium was noted. By the end of the vegetative period there was an increase in the maintenance of indicators of irrigational coefficient (chlorine, sodium and sulfates). Criterion of an assessment of quality of water at the irrigating periods was estimated on irrigational coefficient of Stebler, and it was established that this coefficient equaled 1.65 and characterized the quality of irrigation water as unsatisfactory.

Keywords: irrigation, irrigating period, hydrochemical mode, polluting substances, component structure.

Введение. Проблема качественного источника водных ресурсов вследствие их загрязнения особенно остро обозначилась в последние десятилетия. Антропогенный фактор в формировании химического состава вод становится по значимости в один ряд с природными геохимическими и биологическими процессами. Преобразование водосборов, трансграничные, индустриальные и хозяйственно-бытовые прямые сбросы, неорганизованные стоки приводят к изменению геохимических циклов элементов в системе водосборов, появлению токсичных компонентов в водной среде, что в конечном итоге ухудшает качество вод. По характеру и степени воздействия оросительной воды на почвы выделено 4 класса качества оросительной воды, отражающие опасность развития общего и хлоридного засоления, натриевого ($\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$) и магниевого ($\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$) осолонцевания и содообразования. Применение оросительной воды 1-го класса не имеет ограничений, использование воды 2, 3, 4-го классов обусловлено ограничениями, количество которых возрастает к 4-му классу [2, 4, 7].

Цель исследования: оценить качество воды р. Енисей для целей орошения при выращивании овощных культур.

Объекты и методы исследования. Объекты исследования – пробы воды р. Енисей в районе с. Атаманово. Наблюдения за ирригационными качествами источника орошения проводились путем отбора проб воды в течение вегетационного периода с мая по август в соответствии с нормативными требованиями. Оценка состояния загрязнения водных объектов и тенденция изменения качества вод произведена по комплексному показателю – комбинаторному индексу загрязнения воды (КИЗ), разработанному в Гидрохимическом институте [6].

Результаты исследования. При оценке пригодности воды для орошения, как и для питьевой, нельзя установить жестких норм, поскольку в каждом случае, помимо качества используемой воды, приходится учитывать особенности почв и гидрогеологические условия территории. Благоприятный естественный дренаж, создающий отток вод с орошаемого массива, или глубокое залегание грунтовых вод исключают значительное накопление солей. Однако при неглубоком залегании грунтовых вод, плохо фильтрующих грунтах и отсутствии дренажа засоление будет протекать весьма интенсивно. В этом случае поливные воды еще больше повысят уровень грунтовых вод, усилят испаряемость, увеличат минерализацию и засоление почв.

Химический состав и загрязненность оросительной воды влияют на плодородие почвы, водопотребление, урожайность, качество сельскохозяйственной продукции и, соответственно, на здоровье людей. Качество оросительной воды оказывает влияние и на сохранность, долговечность, надежность функционирования дождевальной техники и сооружений оросительных систем. В орошаемом земледелии формируется наиболее сложная пятизвенная водно-трофическая система: «вода-почва-растение-животное-человек». По мере прохождения звеньев этой системы загрязняющие вещества накапливаются, трансформируются, теряют или приобретают токсичность.

К антропогенным загрязнителям бассейна реки Енисей в пределах г. Красноярска можно отнести:

– неочищенные сбросы промышленных предприятий и ливневые сточные воды с сели-

тебных территорий, поступающие непосредственно в водные объекты в местах их выпуска;

– накопители городских и промышленных сточных вод, из которых загрязняющие вещества мигрируют в поверхностные воды с грунтовыми (дренажными) водами;

– накопители промышленных отходов (в основном – золоотвалы ТЭЦ), из которых загрязняющие вещества поступают в водные объекты преимущественно через грунтовые воды и частично – с поверхностным стоком дождевых и талых вод.

Установлено, что в р. Енисей, в районе с. Атаманово, минерализация воды в реке колеблется в пределах от 113 до 147 мг/л (ПДК 1000 мг/л). Содержание растворенного в воде

кислорода во все сезоны года находится в оптимальных величинах – 10,2 до 13,3 мг/л (ПДК 6,0 мг/л). Весьма большое значение имеет растворенный кислород природных вод, поскольку его присутствие определяет степень аэрированности воды и возможность существования в ней жизни. Величина БПК₅ колеблется от 1,2 до 2,7 мг O₂/л (ПДК 3 мгO₂/л); азота аммонийного – от 0,12 до 0,27 мг/л (ПДК 0,5 мг/л). В оросительный период отмечается загрязненность очень высокого уровня железом и медью – от 0,20 до 0,38 мг/л и от 3,7 до 8,6 мг/л соответственно [1]. Содержание загрязняющих веществ в воде р. Енисей в среднем за три года представлено в таблице.

Содержание загрязняющих веществ в воде р. Енисей (в среднем за три года)

№ п/п	Ингредиент	Концентрация по месяцам, мг/л			
		Май	Июнь	Июль	Август
1	Кислород	12	12,3	10,9	10,2
2	БПК ₅	2,7	1,5	1,2	2,6
3	Азот аммонийный	0,21	0,13	0,27	0,12
4	Железо	0,38	0,32	0,26	0,20
5	Медь	3,7	6,3	8,6	7
6	Цинк	15	55	35	21
7	Кадмий	0,7	2,6	1,4	0
8	Никель	12	23	16	13
9	Азот общий	0,6	0,25	0,28	0,3
10	Фосфор общий	0,051	0,046	0,084	0,18
11	Марганец	16	19	16	21
12	Кальций ⁺⁺	21,8	23,4	26,5	22,8
13	Магний ⁺⁺	4,3	4,4	4,7	5,4
14	Натрий ⁺	3,5	3,8	4,3	5,4
15	Калий ⁺	0,5	0,3	0,8	0,4
16	Хлор ⁻	2,7	3,1	3,7	4,1
17	Сульфаты ₄ ²⁻	10,6	12,5	12,3	15,4

Критерий оценки качества воды в этот оросительный период был оценен по ирригационному коэффициенту Стеблера, установлено, что данный коэффициент равняется 1,65 и характеризует качество поливной воды как неудовлетворительное.

Что касается показателей ирригационного коэффициента (натрия, хлора и сульфатов), то наблюдается следующая тенденция: происходит увеличение содержания этих веществ к концу вегетационного периода: натрия – от 3,5

до 5,4 мг/л; хлора – от 2,7 до 4,1; сульфатов – от 10,6 до 15,4 мг/л.

Содержание взвешенных веществ в среднем за 3 года составило 5,78 мг/л. Концентрация взвешенных частиц (грубодисперсных примесей) зависит от антропогенных факторов, таких как сельское хозяйство, промышленность. Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, состав растворенных компонентов вод, адсорбцию токсических веществ. Содержание синтетически

поверхностно-активных веществ за годы исследований в среднем составило 0,03–0,05 мг/л. Вода имеет нейтральную (слабощелочную) реакцию среды – рН колеблется в пределах 7,3–7,8. Температура воды в самый холодный период года в январе составила 0,5–2,0 °С, а максимальная температура зафиксирована в августе – 12,2–13 °С.

В годы исследования была изучена динамика содержания тяжелых металлов по месяцам (железа общего, меди, цинка, никеля, кадмия) в воде водоемочника. Установлено, что тяжелые металлы при антропогенном рассеивании загрязняют окружающую среду, оказывая токсическое действие даже в малых концентрациях их биоаккумуляции в живых организмах и природных экосистемах.

Динамика загрязнения железом. Содержание железа в среднем за три года составило 0,31 мг/л, что превышает предельно-допустимые показатели нормативов качества водных объектов для рыбохозяйственного назначения более чем в три раза, а для нормативов качества водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового пользования находится на уровне предельно допустимых концентраций. Антропогенными источниками железа являются сточные воды и шламы металлургического, химического, нефтехимического, фармацевтического, лакокрасочного, текстильного производств; коррозия [3].

Динамика загрязнения медью. Концентрация меди в воде во все годы исследований значительно превышала нормативные показатели. Самые высокие концентрации этого элемента зафиксированы в 2012 г. и средний показатель составил 9,10 мг/л, в 2013 г. – 5,89 мг/л. Содержание меди превышает предельно допустимые показатели хозяйственно-питьевого и культурно-бытового пользования в 9–6 раз. К антропогенным источникам меди можно отнести: стоки предприятий цветной металлургии, медьсодержащие удобрения и пестициды, сжигание топлива. Медь относится к микроэлементам, которые необходимы всем живым организмам. Однако, когда содержание этого металла становится слишком высоким, из полезного микроэлемента он превращается в опасный загрязнитель. В смесях медь и цинк, медь и кадмий проявляется эффект синергизма [5].

Динамика загрязнения цинком. Во все годы исследований содержание цинка превышало предельно допустимые концентрации в среднем в 3,3–2,2 раза. Наибольшее содержание цинка обнаружено в 2013 г., наименьшее – в 2011 г. В условиях 2011 г. максимальное значение зафиксировано в июле (55 мг/л), минимальное значение – в сентябре (5 мг/л). В годовом цикле 2012 г. максимальные значения зафиксированы в июне и августе – 54–55 мг/л. Минимальное значение – в январе (3,4 мг/л). Максимальное содержание цинка за все годы наблюдений было отмечено в январе 2013 г. и составило 8,6 мг/л, что превышает нормативные показатели в 8,6 раз. Минимальные значения зафиксированы в июне – 10 мг/л. Смесей цинка и меди, цинка и никеля обладают синергизмом. В смеси с кадмием цинк проявляет эффект антагонизма. Цинк содержится в сточных водах химического, деревоперерабатывающего, текстильного, бумажного, цементного производства.

Динамика загрязнения никелем. По данным наблюдений, 2011 г. охарактеризовался самым высоким средним содержанием этого элемента в воде – 12,5 мг/л, что превышает предельно допустимые концентрации в 625 раз. Максимальные значения зафиксированы в июне (23 мг/л), минимальные – в марте (5,1 мг/л). В условиях 2012 г. максимальные значения отмечены в октябре (14 мг/л), минимальные – в феврале (0,2 мг/л). В 2013 г. концентрация этого элемента сильно варьировала по месяцам с максимальных значений (0,16 мг/л) в апреле и минимальных (0,022 мг/л) в ноябре.

Динамика загрязнения кадмием. По классу опасности кадмий относится ко 2-му классу и по нормативным качествам воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования содержание данного элемента не должно превышать 0,001 мг/л. Лимитирующим показателем вредности является санитарно-токсикологический. По данным наблюдений, максимальное содержание в среднем было обнаружено в 2011 г. – 0,0075 мг/л. А минимальное содержание в среднем – в 2013 г. – 0,0009 мг/л. Если рассматривать по годам, то в феврале 2011 г. наблюдалось максимальное содержание – 0,0038 мг/л, а минимальное содержание – в 2013 г. – 0,0001 мг/л.

Выводы

1. Основными антропогенными загрязнителями воды р. Енисей являются населенные пункты и промышленные предприятия, находящиеся в его водосборной площади.

2. Ирригационная вода по содержанию и соотношению ионов Na, K, Ca, и Mg является оптимальной для выращивания всех сельскохозяйственных культур, включая овощные культуры.

3. По содержанию исследованных тяжелых металлов по жестким нормативам вода водоисточника относится к грязным.

Литература

1. Бадмаева С.Э., Макушкин К.В. Оценка качества ирригационной воды Есаульской ОС Красноярского края // Вестн. КрасГАУ. – 2013. – № 2. – С. 86–91.
2. Безднина С.Я. Концепция экосистемного водопользования в агропромышленном комплексе России // Мелиорация и водное хозяйство. – 2002. – № 3. – С. 26–28.
3. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. – 151 с.
4. Носов А.П. Определение расчетных характеристик поверхностного стока при нормировании антропогенной нагрузки на водный объект // Мелиорация и водное хозяйство. – 2002. – № 6. – С. 27–30.
5. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1967. – 216 с.
6. Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на ка-

чество поверхностных вод суши / под ред. А.В. Караушева. – Л.: Гидрометеоздат, 2007. – 286 с.

7. Моисеенко Т.И. Концепция биологической оценки качества вод: экотоксикологический подход // Мелиорация и водное хозяйство. – 2002. – № 3. – С. 40–42.

Literatura

1. Badmaeva S.Je., Makushkin K.V. Ocenka kachestva irrigacionnoj vody Esaul'skoj OS Krasnojarskogo kraja // Vestn. KrasGAU. – 2013. – № 2. – S. 86–91.
2. Bezd'nina S.Ja. Konceptija jekosistemnogo vodopol'zovanija v agropromyshlennom komplekse Rossii // Melioracija i vodnoe hoz'jajstvo. – 2002. – № 3. – S. 26–28.
3. Il'in V.B. Tjzhelye metally v sisteme pochva-rastenie. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1991. – 151 s.
4. Nosov A.P. Opredelenie raschetnyh harakteristik poverhnostnogo sto-ka pri normirovanii antropogennoj nagruzki na vodnyj ob'ekt // Melioracija i vodnoe hoz'jajstvo. – 2002. – № 6. – S. 27–30.
5. Luk'janenko V.I. Toksikologija ryb. – M.: Pishhevaja promyshlennost', 1967. – 216 s.
6. Metodicheskie osnovy ocenki i reglamentirovanija antropogenного vlijanija na kachestvo poverhnostnyh vod sushi / pod red. A.V. Karausheva. – L.: Gidrometeoizdat, 2007. – 286 s.
7. Moiseenko T.I. Konceptija biologicheskoy ocenki kachestva vod: Jekotoksilogicheskij podhod // Melioracija i vodnoe hoz'jajstvo. – 2002. – № 3. – S. 40–42.

