

5. Zelenaya kniga Sibiri. Redkie i nuzhdayushchiesya v okhrane rastitel'nye soobshchestva. – Novosibirsk: Nauka, 1996. – S. 131-132.

6. Modina T.D. Klimaty Respubliki Altai. – Novosibirsk, 1997. – 177 s.

7. Flora Sibiri. Rosaceae / S.N. Vydrina, V.I. Kurbatskii, A.V. Polozhii; pod red. A.V. Polozhii, L.I. Malysheva. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1988. – S. 20.

8. Flora Europaea. Volume 2. Rosaceae to Umbelliferae. Cambridge University Press, 1968. – 498 p.

9. Opredelitel' rastenii Respubliki Altai / I.M. Krasnoborov i dr.; otv. red. I.M. Krasnoborov, I.A. Artemov; Ros. Akad. Nauk, Sib. otd-nie, Ts. sib. bot. Sad; M-vo obrazovaniya i nauki RF, Gorno-Alt. Gos. Un-t. – Novosibirsk: IZD-VO SO RAN, 2012. – S. 238-262.

10. Kuminova A.V. Rastitel'nyi pokrov Altaya. – Novosibirsk, 1960. – S. 234-235.

11. Metodika issledovaniy pri introduktsii lekarstvennykh rastenii // Lekarstvennoe rastenievodstvo: Obzornaya informatsiya. – M., 1984. – 31 s.



УДК 556.11

Д.Ю. Гаращук, С.Г. Харина, Т.П. Колесникова, Ж.А. Димиденок
D.Yu. Garashchuk, S.G. Kharina, T.P. Kolesnikova, Zh.A. Demidenok

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДЫ РЕКИ ИВАНОВКА ПО СОДЕРЖАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТА

ECOLOGICAL STATE OF WATER OF THE IVANOVKA RIVER IN TERMS OF THE CONTENT OF DIFFERENT FORMS OF NITROGEN

Ключевые слова: биогенные элементы, аммонийная, нитритная, нитратная формы азота, класс качества воды, загрязнение воды.

Keywords: biogenic matter, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, water quality class, water pollution.

Амурская область располагает значительными водными ресурсами и в первую очередь – поверхностными. Малые реки – важнейший компонент окружающей среды. От их состояния во многом зависит качество воды в средних и крупных реках. Река Ивановка – малая река бассейна реки Амур. Исследования экологического состояния воды реки Ивановка проводили в 2011-2013 гг. на базе лабораторий ФГБОУ ВПО ДальГАУ. В результате было выявлено, что содержание аммонийного азота, нитритного азота было на уровне гигиенического норматива, превышение рыбохозяйственного норматива достигало 7 раз по аммонийному азоту и 4,9 раза по нитритному азоту. По содержанию нитратов вода соответствовала классу «загрязненная» и «грязная».

The Amur Region is rich in significant water resources and primarily surface water resources. Minor rivers are the most important component of the environment. Water quality in medium and large rivers is largely dependent on minor rivers' ecological state. The Ivanovka River is a minor river of the Amur River basin. The studies of the ecological state of the water of the Ivanovka River were conducted over a period of 2011-2013 the laboratories of the Far East State Agricultural University. The following was found: the content of ammonium nitrogen and nitrite nitrogen was at the level of hygienic standards; the commercial fishing standard was exceeded 7 times by ammonium nitrogen and 4.9 times by nitrite nitrogen content. In terms of nitrate content the water was rated as "polluted" and "dirty" water.

Гаращук Дарья Юрьевна, специалист по учебно-методической работе, Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: Garash88@mail.ru.

Харина Светлана Григорьевна, д.б.н., проф., Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна. E-mail: Kharinas@mail.ru.

Колесникова Татьяна Павловна, к.б.н., нач. учебно-методического управления, Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: chumakovatanya@rambler.ru.

Димиденок Жанна Анатольевна, к.б.н., доцент, зав. каф. «Химия», Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: janna2811@mail.ru.

Garashchuk Darya Yuryevna, Curriculum and Instruction Specialist, Far East State Agricultural University. E-mail: Garash88@mail.ru.

Kharina Svetlana Grigoryevna, Dr. Bio. Sci., Prof., St. Petersburg State University of Technology and Design. E-mail: Kharinas@mail.ru.

Kolesnikova Tatyana Pavlovna, Cand. Bio. Sci., Head, Curriculum and Instruction Dept., Far East State Agricultural University. E-mail: chumakovatanya@rambler.ru.

Demidenok Zhanna Anatolyevna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Chemistry, Far East State Agricultural University. E-mail: janna2811@mail.ru.

Введение

Малые реки – важнейший компонент окружающей среды. От их состояния во многом зависит качество воды в средних и крупных реках. Основной причиной ухудшения качества вод является эвтрофикация поверхностных источников. Ведущим фактором, определяющим интенсивность эвтрофикации, является поступление в водоемы значительного количества биогенных элементов, в том числе азота [1].

Амурская область располагает значительными водными ресурсами и в первую очередь – поверхностными. Река Ивановка – малая река бассейна реки Амур. Длина реки от истока – 136 км. Начинается на заболоченном участке Зейско-Буреинской равнины, близ села Романовка. Относится к дальневосточному типу рек с преобладанием дождевого питания [2].

Река Ивановка протекает на равнинной местности через сельскохозяйственные районы южной части Приамурья. Кроме того, в реку попадают стоки вскрышных вод Ерковецкого угольного разреза, на котором производится добыча угля открытым способом. Оценка техногенного воздействия на водные объекты Зейско-Буреинской равнины является важным и необходимым условием рационального природопользования в бассейне реки Амур.

Цель – изучить динамику содержания различных форм азота в воде реки Ивановка.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2011-2013 гг. на базе лабораторий кафедр «Экология, почвоведения и агрохимия» и «Химия» ФГБОУ ВПО ДальГАУ. По общепринятым методикам определялся: аммонийный, нитритный и нитратный азот. Отбирали пробы три раза в течение летнего периода (в июне, июле, августе) пробоотборником согласно ГОСТ 51592-2000 [3, 4].

Отбор проб на микробиологические показатели проводили в соответствии с требованиями ГОСТ 17.1.5.04-81 в стерильные шприцы. Для выявления аммоний- и нитритоксилирующих бактерий использовали жидкие среды Сориано и Уокера, Уокера и Менделя [5, 6].

Контрольные станции отбора проб воды выбирали с учетом геоморфологических особенностей водоема, поверхности водосбора и антропогенной нагрузки. Для исследований были определены следующие станции отбора проб: станция 1 – исток реки (водохранилище в районе с. Романовка); станция 2 – р. Ивановка (в районе п. Екатеринославка, 30 км от истока); станция 3 – р. Ивановка (в районе с. Анновка, 80 км от истока); станция 4 – водохранилище в районе с. Анновка (образуется за счет стоков с сельскохозяйственных угодий и сбрасывания вскрышных вод Ерковецкого угольного разреза); станция 5 – водохранилище (место стока воды из водохранилища в р. Ивановка); станция 6 – р. Ивановка в районе с. Анновка (ниже сброса воды из водохранилища); станция 7 – устье р. Ивановки (ниже с. Усть-Ивановки впадает в р. Зею).

Результаты и их обсуждение

В 2011 г. в течение всего летнего периода содержание аммонийного азота в воде всех станций отбора составляло 0,4-2,3 мг/л, что превышало рыбохозяйственный норматив. Максимальные показатели были в воде станций 2, 6, 7. На фоне высоких температур и небольшого количества осадков в воде при недостатке кислорода шли процессы восстановления. В этот период наблюдалось высокое содержание аммонийоксилирующих бактерий ($30 \cdot 10^2$ - $4,5 \cdot 10^5$ кл/мл), что свидетельствует о значительном содержании полуразложившихся органических остатков, в том числе азотсодержащих [7] (табл. 1).

Таблица 1

Содержание в воде аммонийного азота, мг/л

№ п/п	Станции	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
		июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
1	Исток реки (водохранилище с. Романовка)	1,2	1,7	1,6	0,3	0,8	0,1	1,0	2,3	0,6
2	р. Ивановка (п. Екатеринославка)	1,3	2,2	0,6	1,1	0,2	0,1	2,0	1,5	0,5
3	р. Ивановка (с. Анновка)	0,6	1,5	1,6	0,4	0,3	0,2	1,7	2,1	0,5
4	Водоохранилище (с. Анновка)	0,8	1,0	1,7	0,3	0,5	0,1	0,4	2,5	0,7
5	Водоохранилище (с. Анновка, место сброса воды)	0,8	1,3	1,6	0,3	0,5	0,2	0,7	1,6	0,4
6	р. Ивановка (с. Анновка, ниже сброса воды из водохранилища)	0,4	2,3	1,5	0,2	2,1	0,1	1,3	2,1	0,5
7	Устье реки (с. Усть-Ивановка)	0,7	2,1	1,0	1,6	0,2	0,1	1,5	2,8	0,7
Рыбохозяйственный норматив		0,39								
Гигиенический норматив		2,0								

В 2012 г. содержание аммонийного азота в воде всех станций отбора проб не превышало гигиенический норматив, за исключением станции 6. Максимальное превышение рыбохозяйственного норматива в 5,4 раза отмечалось в июле, что, возможно, связано с повышенным выпадением осадков и выносом органического вещества с сельскохозяйственных угодий. Несмотря на столь высокое содержание аммонийного азота в воде станции 6, количество бактерий данной группы невысокое, что могло быть связано с рН среды. Вода характеризовалась слабощелочной средой (рН 8,2), при оптимальной рН для данной группы бактерий 7,4-7,8. В августе осадков выпало в 3 раза меньше среднегодовой нормы, содержание аммонийного азота не превышало нормативы, наблюдалось и снижение численности аммонийоокисляющих бактерий.

В период исследований 2013 г. содержание аммонийного азота варьировало от 0,4 до 2,8 мг/л. Наибольшее превышение рыбохозяйственного норматива отмечено в июле в 3,8-7,2 раза, когда зафиксирован дефицит растворенного кислорода (23,8% насыщения), и как следствие, – процессы денитрификации: восстановление нитратов до NH_4^+ -иона. В конце августа содержание аммонийного азота снизилось до 0,4-0,7 мг/л. Вероятно, это связано с приостановлением процессов аммонификации в результате понижения температуры. В этот год наблюдений прослеживалась зависимость содержания N-NH_4^+ и количества аммонийоокисляющих бактерий. При увеличении аммонийного азота увеличивалось количество микроорганизмов, и, наоборот, при снижении аммонийного азота количество бактерий данной группы уменьшалось (табл. 2).

По содержанию в воде нитритного азота в течение летнего периода 2011-2012 гг. нарушения гигиенического и экологического норматива не выявлено. Рыбохозяйственный норматив был превышен в 3,6-4,9 раз в воде водохранилища с. Анновка, где собираются стоки с угольного разреза и сельскохозяйственных угодий. Была отмечена максимальная численность нитритоокисляющих бактерий – $2,5 \cdot 10^5$ кл/мл, что свидетельствует об усилении процессов разложения органических

веществ в условиях более медленного окисления NO_2^- в NO_3^- и указывает на загрязнение водного объекта.

В 2013 г. в воде всех станций отбора рыбохозяйственный норматив был превышен в августе в 2,5-3 раза, когда в воде реки был установлен дефицит растворенного кислорода. В исследованиях В.Н. Швецова, К.М. Морозова и др. (2002) показано, что при снижении концентрации растворенного кислорода до 4 мг/л скорость нитрификации снижается в 2,5-3 раза [8]. 2013 год характеризовался повышенным количеством осадков и в результате привнесом органического вещества с сельскохозяйственных угодий, что и могло привести к его снижению. Возможно, именно недостаток растворенного кислорода вызвал увеличение содержания нитритного азота в воде всех станций отбора.

Численность бактерий данной группы варьировала в пределах от $2,5 \cdot 10^1$ - $2,5 \cdot 10^4$ кл/мл (табл. 3).

Среди соединений азота нитратная форма является наиболее важной для деятельности гидробионтов. По содержанию нитратов вода р. Ивановка в июне 2011 г. на всех станциях отбора соответствовала классу качества воды «загрязненная». В июле максимальное превышение норматива по нитратному азоту отмечалось в воде водохранилища с. Анновка (станция 5) – 1,14 мг/л (класс качества «грязная»), что, возможно, связано с высоким содержанием показателя перманганатной окисляемости 17,2 мг О/л (3,4 ПДК) и химического потребления кислорода 32 мг О/л (2 ПДК), а значит, с усиленными процессами разложения органического вещества и увеличением данного показателя. К концу сезона содержание нитратов в воде всех станций не превышало экологический норматив и варьировало в пределах 0,03-0,2 мг/л (табл. 4).

В июле 2012 г. превышение экологического норматива по нитратному азоту в 2-3 раза отмечалось на станции отбора 1-5, что, вероятно, связано с обильными осадками и смывом органического вещества с прилегающих территорий. В августе осадков выпало меньше нормы, превышения содержания нитратного азота в воде реки и водохранилищ не обнаружено.

Таблица 2

Численность аммонийоокисляющих бактерий в воде р. Ивановка, кл/мл

№ п/п	Станции	2013 г.		
		июнь	июль	август
1	Исток реки (водохранилище с. Романовка)	$2,5 \cdot 10^5$	$6,5 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$
2	р. Ивановка (п. Екатеринославка)	$9,5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^2$	$4,5 \cdot 10^1$
3	р. Ивановка (с. Анновка)	$2,5 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^1$
4	Водоохранилище (с. Анновка)	$2,5 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^4$	$2,5 \cdot 10^1$
5	Водоохранилище (с. Анновка, место сброса воды)	$9,5 \cdot 10^1$	$9,5 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$
6	р. Ивановка (с. Анновка, ниже сброса воды из водохранилища)	$2,5 \cdot 10^3$	$4,5 \cdot 10^2$	$4,5 \cdot 10^2$
7	Устье реки (с. Усть-Ивановка)	$4 \cdot 10^2$	$15 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$

Таблица 3

Динамика содержания в воде нитритного азота, мг/л

№ п/п	Станции	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
		июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
1	Исток реки (водохранилище с. Романовка)	0,020	0,003	0,084	0,003	0,008	0,004	0,010	0,010	0,050
2	р. Ивановка (п. Екатеринославка)	0,005	0,002	0,048	0,001	0,004	0,004	0,007	0,010	0,050
3	р. Ивановка (с. Анновка)	0,028	0,076	0	0,001	0,001	0,004	0,005	0	0,050
4	Водоохранилище (с. Анновка)	0,072	0,008	0,098	0,001	0,006	0,006	0,005	0,040	0,050
5	Водоохранилище (с. Анновка, место сброса воды)	0,003	0,008	0,010	0,001	0,032	0,006	0,006	0,020	0,050
6	р. Ивановка (с. Анновка, ниже сброса воды из водохранилища)	0,004	0,006	0,011	0,001	0,006	0,005	0,005	0,020	0,060
7	Устье реки (с. Усть-Ивановка)	0,008	0,030	0,054	0,002	0,005	0,001	0,006	0,010	0,060
Рыбохозяйственный норматив		0,02								
Экологический норматив		0,03-0,5								
Гигиенический норматив		1,0								

Таблица 4

Динамика содержания в воде нитратного азота, мг/л

№ п/п	Станции	2011 г.			2012 г.			2013 г.		
		июнь	июль	август	июнь	июль	август	июнь	июль	август
1	Исток реки (водохранилище с. Романовка)	0,71	0,59	0,03	0,03	1,30	0,10	0,30	0,20	1,90
2	р. Ивановка (п. Екатеринославка)	0,58	0,16	0,07	0,30	1,30	0,30	0,30	0,90	2,10
3	р. Ивановка (с. Анновка)	0,74	0,56	0,08	0,40	1,80	0,30	0,70	0,80	0,20
4	Водоохранилище (с. Анновка)	0,78	0,57	0,14	0,40	1,20	0,50	0,10	1,10	5,90
5	Водоохранилище (с. Анновка, место сброса воды)	0,72	1,14	0,08	0,10	1,00	0,10	0,30	1,90	0,40
6	р. Ивановка (с. Анновка, ниже сброса воды из водохранилища)	0,76	0,18	0,08	0,80	0,30	0,10	0,40	1,10	1,20
7	Устье реки (с. Усть-Ивановка)	0,66	0,50	0,20	1,40	0,20	0,40	0,60	1,30	1,40
Экологический норматив		0,3-0,5								

В июле 2013 г. максимальная концентрация нитратного азота отмечена на станциях отбора 4-7, вода соответствовала классу качества «грязные» воды [8]. В августе максимальное содержания нитратов зафиксировано в воде станции 4 (водохранилища с. Анновка) – 5,9 мг/л, в этот период было отмечено самое высокое значение биохимического потребления кислорода (БПК₅) – 9,8 мг О₂/л и высокое содержание перманганатной окисляемости (ПО) – 7,0 мг О/л. Возможно, разложение микроорганизмами-деструкторами легкоокисляющейся органики, содержащейся в водоеме, шло с недостаточной скоростью, а также могло быть связано с тем, что водохранилище служит местом отдыха жителей близ прилегающих сел, что и может вызвать столь высокий показатель содержания нитратного азота [9].

Заключение

В период исследований содержание аммонийного азота, нитритного азота было на уровне гигиенического норматива, превышение рыбохозяйственного норматива достигало 7 раз по аммонийному азоту и 4,9 раза по нитритному азоту. По содержанию нитратов вода соответствовала классу «загрязненная» и «грязная».

Малая р. Ивановка испытывает техногенную нагрузку в результате выноса биогенных элементов при ливневых осадках с территорий сельскохозяйственного природопользования и сброса вскрышных вод с Ерковецкого угольного разреза.

Библиографический список

1. Замолодчиков Д.Г. Оценки экологически допустимых уровней антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – Т. XV. – С. 214-233.
2. Воробьев В.В., Деревянко А.П. Амурская область. Опыт энциклопедического словаря / под общ. ред. Н.К. Шульман. – Благовещенск: Хабаровское кн. изд-во. Амурское отделение, 1989. – 414 с.
3. Методы исследования качества воды / под ред. А.Г. Шицковой. – М.: Медицина, 1990. – 400 с.
4. ГОСТ Р 51592 – 2000 «Общие требования к отбору проб». – М.: Стандартиформ, 2006.
5. ГОСТ 17.1.5.04 – 81 «Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия». – М.: Гос. ком. СССР по стандартам, 1981.
6. Кузнецов С.И., Дубинина Г.А. Методы изучения водных микроорганизмов – М.: Наука, 1989. – 288 с.
7. Швецов В.Н., Морозова К.М., Афанасьева О.В. Влияние кислородного режима на процессы нитрификации и денитрификации // Вода: Экология и технология: матер. 5-го Междунар. конгресса. – М., 2002. – С. 21-22.
8. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. – М.: ВНИРО, 1999. – 304 с.
9. Харина С.Г., Димиденок Ж.А., Колесникова Т.П., Царькова М.Ф. Мониторинг экологического состояния водных объектов агроландшафта Зейско-Буреинской равнины // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 3 (23). – С. 69-73.

References

1. Zamolodchikov D.G. Otsenki ekologicheski dopustimykh urovnei antropogennogo vozdeistviya na presnovodnye ekosistemy // Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem. – SPb.: Gidrometeoizdat, 1993. – Tom KhV. – S. 214-233.
2. Amurskaya oblast'. Opyt entsiklopedicheskogo slovarya / V.V. Vorob'ev, A.P. Derevyanko; pod obshch. red. N.K. Shul'man. – Blagoveshchensk: Khabarovskoe knizhnoe izdvo. Amurskoe otделение, 1989. – 414 s.
3. Metody issledovaniya kachestva vody / pod red. A.G. Shitskovoii. – M.: Meditsina, 1990. – 400 s.
4. GOST R 51592-2000 Obshchie trebovaniya k otboru prob. – M.: Standartinform, 2006.
5. GOST 17.1.5.04-81 Okhrana prirody. Gidrosfera. Pribory i ustroistva dlya otbora, pervichnoi obrabotki i khraneniya prob prirodnnykh vod. Obshchie tekhnicheskie usloviya. – M.: Gos. kom. SSSR po standartam, 1981.
6. Kuznetsov S.I., Dubinina G.A. Metody izucheniya vodnykh mikroorganizmov. – M.: Nauka, 1989. – 288 s.
7. Shvetsov V.N., Morozova K.M., Afanas'eva O.V. Vliyanie kislorodnogo rezhima na protsessy nitrifikatsii i denitrifikatsii // Voda: Ekologiya i tekhnologiya: mater. 5 mezhdunar. kongressa. – M., 2002. – S. 21-22.
8. Perechen' rybokhozyaistvennykh normativov: predel'no – dopustimykh kontsentratsii (PDK) i orientirovochno bezopasnykh urovnei vozdeistviya (OBUV) vrednykh veshchestv dlya vody vodnykh ob"ektov, imeyushchikh rybokhozyaistvennoe znachenie. – M.: VNIRO, 1999. – 304 s.
9. Kharina S.G., Dimidenok Zh.A., Kolesnikova T.P., Tsar'kova M.F. Monitoring ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ob"ektov agrolandshafta Zeisko-Bureinskoi ravniny // Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 3 (23). – S. 69-73.

