

ХИМИЧЕСКИЙ состав ВОДОТОКОВ в **КОРЕННОМ ЕЛОВОМ** и ПРОИЗВОДНОМ **ЛИСТВЕННО-ХВОЙНОМ ЛЕСАХ**

Рассмотрены особенности химического состава малых лесных рек, характеризующих водосборную территорию произрастания ельника черничного и производного лиственнично-хвойного леса, сформировавшегося после проведения рубок главного пользования в зимний период 1969-1970 гг. Для химического состава рек характерны сезонные различия, проявляющиеся по ряду химических показателей. Воды реки в коренном ельнике более кислые. В водотоке лиственнично-хвойного леса выше концентрации карбонат- и сульфат-ионов, кальция, магния, натрия и железа.



Введение

Одним из основных антропогенных факторов, изменяющих таежные экосистемы, является рубка лесов. Сведение лесной растительности способствует перераспределению внутригодового стока таежных рек [1], в первые годы после рубки леса происходит возрастание годового стока на 40-60 % [2], наблюдается увеличение твердого стока, возрастание концентраций некоторых биофильных элементов в крупных и средних реках, приводящих к развитию первоначальных признаков эвтрофикации [3]. Изменения в биогеохимических циклах элементов будут влиять на экологическое состояние водных объектов. В первую очередь влиянию лесозаготовительной деятельности и последующей смены растительности подвергаются мелкие лесные реки, для которых не выделяют водоохранные зоны.

А.А. Дымов*,
кандидат биологических наук, научный сотрудник, ФГБУН Институт биологии Коми Научного центра Уральского отделения Российской академии наук

Цель данной работы — изучение химического состава малых лесных рек, характеризующих водосборную территорию коренного ельника черничного и производного лиственнично-хвойного леса.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в подзоне средней тайги, на территории Усть-Куломского района Республики Коми в течение 2009-2011 гг. Объекты исследования располагаются в южной части Тиманской возвышенности. Среднегодовая температура воздуха +0,3 °С, температура июля +17 °С, января -16 °С. Годовое количество осадков от 400 до 600 мм, в теплый период выпадает 65-70 % осадков [4]. Исследовали химический состав двух малых лесных рек — р. Ыба (правый приток р. Вычегда), характеризующей водосборную территорию элементарного бассейна коренного елового леса, и р. Изъяель (приток тре-

*Адрес для корреспонденции: aadymov@gmail.com

Таблица 1
Химический состав исследуемых водотоков

Место отбора	Дата отбора	pH	а*, мкСм/м	Собщ.			HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca	Mg	Na	K	Fe	Al	Mn
				DOC	IC	ТС									
мг/дм ³															
р. Ыба	12. 2009	5,9±0,1	30±3	не опр.	не опр.	4,1±1,2	10,0±2,3	3,3±0,8	2,2±0,4	0,93±0,14	1,03±0,15	0,35±0,08	0,102±0,024	130±30	0,92**
		7,6±0,1	206±10	не опр.	не опр.	4,8±1,3	196±3	6,0±0,8	45±7	11,4±1,7	3,3±0,5	0,66±0,16	0,023**	23±7	0,34**
р. Изъяель	06. 2010	5,6±0,1	18,5±1,8	не опр.	не опр.	11,8±2,4	4**	2,7±0,8	1,55±0,25	0,62±0,09	0,81±0,2	0,30±0,07	0,30±0,07	550±90	8,9±2,9
		6,7±0,1	42±4	не опр.	не опр.	18±4	22,9±2,4	2,6±0,8	6,5±1,0	1,65±0,25	1,02±0,15	0,29±0,07	0,39±0,09	540±90	4,6±1,5
р. Ыба	06. 2011	7,4±0,1	18,9±1,9	7,9±1,6	1,8±0,4	9,7±1,9	6*	3,1±0,8	1,63±0,26	0,67±0,1	0,75±0,18	0,091±0,02	0,12±0,03	210±50	5,7±1,8
		8,7±0,1	121±12	3,9±0,8	30±6	34±7	107±3	4,8±0,8	23±4	5,6±0,8	1,89±0,28	0,25±0,06	0,2±0,05	200±50	9,1±2,9
р. Изъяель	11. 2011	7,0±0,1	27,6±2,8	4,5±0,5	1,6±0,19	6,0±0,7	10,2±2,4	3,0±0,8	2,0±0,3	0,78±0,12	1,11±0,17	0,31±0,07	0,14±0,03	210±50	14±4
		7,9±0,1	232±12	3,4±0,4	34±4	37±4	165±3	5,4±0,8	39±6	9,2±1,4	3,0±0,5	0,61±0,15	0,029*	25±8	18±6

* ае — электропроводность; ** — ниже предела обнаружения; DOC — растворимый органический углерод; IC — неорганический углерод; TC — общий углерод; не опр. — не определяли.

тьего порядка р. Вычегда), которая характеризует элементарный бассейн лиственный хвойного леса, сформировавшегося после рубки ельника черничного в зимний период 1969-1970 гг. Почвообразующие породы представлены покровными пылеватыми суглинками. Подробные лесотаксационные описания фитоценозов и почв приведены в [5, 6].

Образцы вод для химического анализа отбирали в начале вегетационного периода — в июне 2010 г., в июне 2011 г. и в конце вегетационного периода — перед установлением устойчивого снежного покрова (в декабре 2009 г. и ноябре 2011 г.). Химический анализ проводили в экоаналитической лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН, аккредитованной в Системе аккредитации аналитических лабораторий (центров) Росстандарта России (аттестат РОСС RU.0001.511257 от 16 апреля 2009 г.). Содержание углерода в водах определяли на анализаторе Shimadzu TOC-Vсрп, концентрации минеральных элементов — на атомно-эмиссионном спектрофотометре с индуктивно-связанной плазмой Spectro Ciros. Содержание сульфатов определяли турбидиметрически на КФКЗ, содержание карбонатов — на автоматическом потенциометрическом титраторе АТП-02, электропроводность — на микропроцессорном кондуктометре HI 9032, рН вод — на стационарном микропроцессорном рН/мV-метре HI 8519.

Результаты и их обсуждение

Проведение сплошнолесосечных рубок оказывает существенное влияние на экосистемы. При рубке древостоя происходит удаление основных эдификаторов лесного яруса, что приводит к изменению биохимического круговорота элементов. Роль эдификаторов до смыкания крон древесных растений переходит к растениям напочвенного покрова. Постепенно, по мере возобновления растительности, происходит включение в состав поступающего на поверхность почв быстроминерализуемого растительного опада лиственных деревьев, характеризуемого другим химическим составом, приводящего к изменению кислотности почв, возрастанию степени насыщенности основаниями верхних генетических горизонтов почв. После рубки наблюдается изменение климатических условий — изменяется освещенность, температура почв [7] и приземного воздуха, меняется уровень



снежного покрова. В таежной зоне характерно проявление процессов заболачивания, интенсивность которого ослабевает в процессе естественного лесовозобновления. Переувлажнение почв существенно влияет на морфологические и физико-химические свойства почв, способствует «сглаживанию» морфологических отличий, связанных с парцеллярным варьированием свойств почв в таежных биогеоценозах [8], изменяет окислительно-восстановительный потенциал и, следовательно, подвижность некоторых химических элементов. При рубке древостоев происходит поступление дополнительного органического материала в виде различных порубочных и древесных остатков (кроны, ветви, пни), являющихся мощными и длительными источниками поступления органических соединений в почвы. Таким образом, можно предположить, что рубка древостоя и формирование вторичных лиственно-еловых насаждений в значительной степени изменяют биогеохимические циклы большинства химических элементов, что, в свою очередь, не может не отражаться на химическом составе близлежащих водотоков.

Анализ химического состава водотоков (табл. 1), расположенных на территории коренного ельника и средневозрастного лиственно-хвойного леса, показал, что они относятся к гидрокарбонатно-кальциевой группе природных вод [9]. Для химического состава вод характерна сезонность. Воды, отобранные в конце осени, более богаты практически всеми химическими элементами, за исключением железа, алюминия и марганца. Воды р. Ыба, характеризующие

водосборную территорию коренного ельника, более кислые. Для вод р. Изъяель выявлены более высокая электропроводность, повышенные концентрации кальция, магния, натрия, калия, гидрокарбонат- и сульфат-ионов. В водах р. Изъяель в осенний период наблюдается возрастание карбонат-ионов, кальция, магния и электропроводности. Концентрации алюминия и железа также в наибольшей степени зависят от времени отбора. В период раннелетнего отбора вод содержание железа и алюминия характеризуются достаточно высокими концентрациями, при этом они близки для сравниваемых водотоков. В водах, отобранных поздней осенью, наблюдаются существенные отличия — воды водосбора производного леса поздней осенью характеризуются резким снижением концентраций как железа, так и алюминия.

Наибольшие отличия по содержанию различных форм углерода проявляются в раннелетний период отбора — выявлено увеличение концентрации в водах р. Изъяель, при этом увеличение происходит преимущественно за счет неорганических форм углерода. Растворенные формы органического углерода преобладают в водах коренного ельника.



После рубки и последующего возобновления растительности происходит существенное изменение системы почвенного органического вещества. В первые годы после рубки леса происходит залповое поступление порубочных остатков. В процессе дальнейшей сукцессии растительности в биогеохимический цикл вовлекается качественно иной опад лиственных растений. Это приводит к увеличению пулов активных органических соединений, накапливающихся в почвах, происходит усиление химической «агрессивности» органических соединений [10, 11], способных вступать в реакции комплексообразования, и мигрировать в виде органоминеральных соединений в геохимически подчиненные водотоки.

Вероятно, изменение геохимической активности органического вещества на фоне проявления гидроморфизма на вырубках будет одним из основных факторов, влияющих на химический состав водотоков. При близком химическом составе почвообразующих пород исследуемых лесных биогеоценозов можно предположить, что различия в химическом составе водотоков в значительной степени будут обусловлены сменой растительности в процессе сукцессии после рубок и изменением в биогеохимических циклах отдельных элементов [12].

Полученные нами результаты по сезонной динамике химического состава вод согласуются с данными [13], показавшими возрастание концентраций органического вещества, калия, кальция в почвенных лизиметрических водах среднетаежных биогеоценозов в осенний период. Вероятно, содержание органических соединений в значительной степени определяется микробиологической активностью в верхних горизонтах почв. Именно в позднеосенний период происходит уменьшение микробиологической активности, благодаря чему из верхних горизонтов почв могут вымываться химически активные, индивидуальные органические соединения [14], которые будут вступать в реакцию комплексообразования с ионными формами металлов и изменять химический состав вод.

Заключение

Исследование химического состава малых таежных рек показало, что наибольшие отличия в химическом составе вод рек, характеризующих водосборную территорию коренного елового леса и про-

изводного лиственно-хвойного, проявляются в осенний период. Воды лесной реки производного леса содержат большее количество карбонат- и сульфат-ионов, кальция, магния, натрия и железа. Воды реки, характеризующей водосборную территорию коренного ельника, более кислые, в них меньше электропроводность. Для соединений железа и алюминия наблюдаются близкие между сравниваемыми участками концентрации в раннелетний период и резкое уменьшение элементов в позднеосенний период в водах производного лиственно-хвойного леса. Полученные результаты в значительной степени коррелируют с данными по изменению химического состава растительного опада на сравниваемых участках.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Президента РФ МК-1027.2013.4, проекта РФФИ 13-04-00570а и проекта Президиума РАН 12-П-4-1065.

Литература

1. Водогрецкий В. Е. Антропогенное изменение стока малых рек. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 175 с.
2. Марунич С. В. Изменение водного режима водосборов под влиянием лесохозяйственных мероприятий / С. В. Марунич, С. Ф. Федоров // Тр. Государственного Гидрологического Института. Л.: Гидрометеиздат, 1986. Вып. 311. С. 93-103.
3. Трансформация экосистем севера в зоне интенсивной заготовки древесины / Под. Ред. А. И. Таскаева, Ю. В. Лещенко, В. Б. Ларина, И. В. Рапоты. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1997. 160 с.
4. Атлас республики Коми по климату и гидрологии. М.: Дрофа. 1997. 116 с.
5. Путеводитель научной почвенной экскурсии. Подзолистые суглинистые почвы разновозрастных вырубок (подзона средней тайги). Сыктывкар: Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 2007. 84 с.
6. Дымов А. А. Растительный опад в коренном ельнике и лиственно-хвойных насаждениях / А. А. Дымов, К. С. Бобкова, В. В. Тужилкина, Д. А. Ракина // Лесной журнал. 2012. № 3. С. 7-18.
7. Дымов А. А. Влияние рубок главного пользования на изменение температурного режима среднетаежных подзолистых почв Республики Коми / А. А. Дымов, Е. М. Лаптева // Экологические функции лесных почв в естественных и нарушенных ландшафтах: Матер. IV Всерос. науч. конф. с междунар. участ. по лесному почвоведению. Ч. 1. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2011. С. 77-81.

8. Экосистемы широколиственно-хвойных лесов южного Подмосквья / Под ред. Н.С. Касимова. М.: МГУ, 2006. 180 с.
9. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1953. 297 с.
10. Дымов А.А. Изменение гидрофильно-гидрофобных свойств органического вещества почв развитых на суглинистых отложениях, в процессе естественного лесовозобновления / Актуальные проблемы биологии и экологии Матер. XVI Всероссийской молод. научн. конф. Актуальные проблемы биологии и экологии. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 58-60.
11. Дымов А.А. Изменение почв и почвенного органического вещества в процессе естественного лесовозобновления после рубки сосняка бруснично-зеленомошного / А.А. Дымов, Е.Ю. Милановский, Е.М. Лаптева // Вестник МГУЛ-Лесной вестник. 2012. № 2. С. 67-71.
12. Futter M.N. Consequences of nitrate leaching following stem-only harvesting of Swedish forests are dependent on spatial scale / Futter M.N., Ring E., Hogbom L., Entenmann S., Bishop K.H. // Environ. Pollut. 2010. V. 158. № 12. P. 3552-3559.
13. Арчегова И.Б. Влияние древесных растений на химический состав атмосферных осадков в процессе восстановления среднетаежных лесов / И.Б. Арчегова, Е.Г. Кузнецова // Лесоведение. 2011. № 3. С. 34-43.
14. Фокин А.Д. Сезонные особенности превращения и транспорта урацила, глицина и глюкозы в почвах подзолистого типа / А.Д. Фокин, О.С. Журавлева // Почвоведение. 2009. № 4. С. 412-418.

A.A. Dymov

CHEMICAL COMPOSITION OF WATER STREAMS IN NATIVE SPRUCE AND SECONDARY DECIDUOUS- CONIFEROUS FORESTS

This article discusses peculiarities of chemical composition of forest minor rivers characterizing drainage areas of bilberry spruce forest and secondary deciduous-coniferous forest grown after winter cutting in 1969-1970. It was shown that several indices of chemical composition vary depending on a season. Water of native spruce forest is more acid and water streams of deciduous-coniferous forest contains more quantity of carbonates, sulfates, calcium, magnesium, sodium and ferrum.

Key words: boreal forests, chemical composition of water streams, secondary succession