

4. Ошорова Б. В. Пространственная организация растительности криофитной лесостепи Восточного Саяна (на примере бассейна р. Забит): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2006. 25 с.

5. Телятников М. Ю. Горная и высокогорная растительность Восточной части Восточного Саяна (на примере четырех ключевых участков) // Разнообразие растительного покрова Байкальского региона: материалы междунар. науч. конф. Улан-Удэ, 1999. С. 82–83.

6. Холбоева С. А., Иметхенов А. Б. Ландшафты Окинского плоскогорья (Восточный Саян) // Географическая наука и образование: материалы межрегион. науч.-практ. конф. к 20-летию географического отделения БГФ БГУ. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2008. С. 19–21.

УДК 574.5; 577.15

ББК Е28.072

Г. Ц. Цыбекмитова

Активность ферментов льда озера Арахлей (Восточное Забайкалье)¹

В статье приводятся результаты исследования ферментативной активности льда пресноводного водоема – оз. Арахлей. Показано, что лед является живой системой, в которой происходят биохимические процессы разложения органических веществ.

Ключевые слова: лед, ферментативная активность, биогенные вещества.

G. Ts. Tsybekmitova

Activity of Enzymes of Ice of the lake Arachlei (Eastern Transbaikalia)

The results of research activity of enzymes of the ice of a fresh-water reservoir of Lake Arachlej are given. It is shown, that ice is an alive system in which biochemical processes of decomposition of organic substances take place.

Key words: ice, activity of enzymes, biogenic substances.

Изучение процессов, связанных с ферментативной активностью среды обитания гидробионтов, является актуальной задачей современных экологических исследований. Как известно, функциональные возможности сложной и многокомпонентной системы природных вод в большей степени связаны с присутствием в них физиологически активных веществ, которые оказывают влияние на регуляцию процессов трансформации веществ во всех звеньях экологической цепи. К таким соединениям, в первую очередь, относятся ферменты, продуцируемые в результате естественной функции, а также при посмертном разложении гидробионтов – бактерий, грибов, планктона, растений и пр. Рядом авторов были обнаружены живые организмы (криофильные сообщества) в ледяном покрове [1; 3; 7; 8], однако механизмы формирования таких сообществ до конца не выяснены. Анализ литературы по источникам и возможностям функционирования внеклеточных гидролитических ферментов в водной толще и донных отложениях [2; 4; 5; 6; 9] показывает, что проблема в настоящее время находится на стадии накопления фактического материала, и в большей степени рассматриваются морские экосистемы.

В настоящей работе представлены материалы по изучению протеолитической и амилолитической ферментативной активности льда оз. Арахлей на основе методов, предложенных в указанной работе [4]. Актуальность работы заключается в изучении локали-

¹ Работа выполнена по проекту СО РАН VII.65.2.2. «Роль ледяных покровов в сезонных геохимических и гидробиологических циклах малых соленых и пресных озер Забайкалья».

зации и функционировании внеклеточных ферментативных процессов во льду. Проведены анализы ферментативной активности 24 кернов льда, отобранных на центральной станции оз. Арахлей с января по апрель 2010 г. Была изучена вертикальная изменчивость гидролитических ферментативных активностей (протеолитической – ПА и амилолитической – АА) в 20-сантиметровых кернах льда (с поверхности льда до воды). Результаты анализов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Ферментативная активность льда оз. Арахлей (ф. ед.)

Высота керна (см)	Месяцы							
	Январь		Февраль		Март		Апрель	
	ПА	АА	ПА	АА	ПА	АА	ПА	АА
0–20	0	0	0,02	0,28	603	499	0	137
20–40	19,5	0	0	0,16	306	0	168	243
40–60	9,1	0	22,0	0	274	82	200	122
60–80	8,3	0	0	0,14	418	250	156	133
80–100	3,6	0	6,0	0	548	208	0	20
100–120					533	137	134	64
120–140					387	85	44	159

Толщина льда в январе-феврале составляла около 100 см, в марте-апреле – 140 см. Толщина снежного покрова колебалась от 7 до 15 см. В буграх высота снега доходила до 37 см. Из представленных результатов видно, что с января по март идет возрастание ферментативной активности льда. В апреле ферментативная активность льда идет в сторону уменьшения. Таким образом, наибольшая ферментативная активность льда отмечается в марте-месяце. В этом месяце тренд изменения активности ферментов волнообразный: уменьшаясь вниз до слоя льда 40–60 см, активность начинает возрастать к 100 см, достигая 548 ф.ед. (ПА) и 250 ф.ед. (АА). В последнем слое льда (120–140 см) ферментативная активность высокая, но не достигает уровня поверхностного слоя: ПА в 1,5 и АА в 5,9 раз меньше (рис. 1).

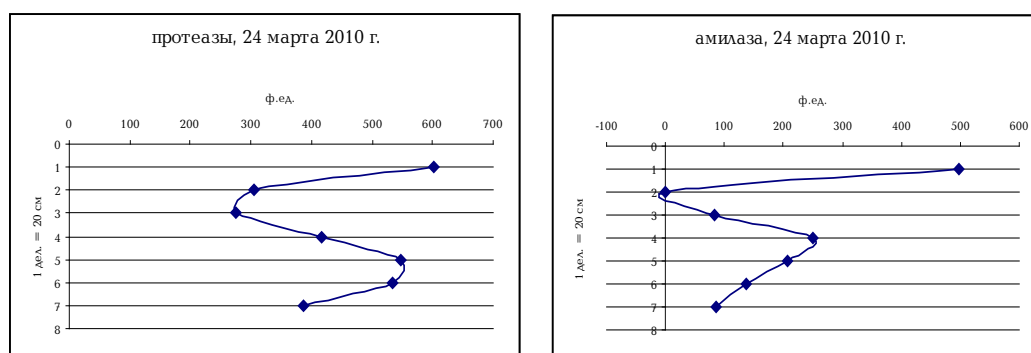


Рис. 1. Ферментативная активность льда оз. Арахлей

В январе-феврале протеолитическая ферментативная активность наиболее низкая, а амилолитическая активность в январе не проявляется. Полученные результаты указывают на то, что в январе процессы биохимического разложения органического вещества белкового и углеводного происхождения находятся на очень низком уровне.

Данные результаты сопоставили с изменениями биогенных веществ (азот и фосфор) во льду оз. Арахлей (табл. 2).

Содержание азота и фосфора во льду оз. Арахлей (мг/л) в марте 2010 г.

Высота керна (см)	NH_4^+	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^-	$P_{общ}$	ПОК	ХПК
						средние данные	
0-20	0	0,025	0,005	следы	0,010	2,0	7,01
20-40	0	0,025	0,005	следы	0,010	2,1	6,86
40-60	0	0,030	0,010	следы	0,011	2,3	7,34
60-80	0	0,030	0,010	0,010	0,025	2,6	9,75
80-100	0,010	0,032	0,012	0,011	0,030	2,0	6,74
100-120	0	0,040	0,027	следы	0,010	1,7	6,39
120-140	0	0,024	0,005	следы	0,005	1,4	5,03

В марте ионы аммония обнаружены только в слое льда от 80 до 100 см. Тогда как их содержание в январе составляло (мг/л): в слое льда от 0 до 20 см – 0,042; от 20 до 40 см – 0,062; от 40 до 60 см – 0,057; от 60 до 80 см – 0,052; от 80 до 100 см – 0,047. Это указывает на то, что в марте во льду происходят интенсивные процессы нитрификации, возможно и потребление их автотрофами-фотосинтетиками. На данные активные биохимические процессы, протекающие во льду, указывает и повышенная ферментативная активность льда.

Содержание в январе нитритных ионов по слоям располагалось следующим образом (мг/л): в слое льда от 0 до 20 см – 0,005; от 20 до 40 см – 0,010; от 40 до 60 см – 0,010; от 60 до 80 см – 0,030; от 80 до 100 см – 0,012. Уменьшение содержания нитритных ионов в марте по сравнению с январскими данными в слоях 20–40 и 60–80 см также указывает на активацию процессов минерализации органических веществ (в данных слоях отмечается высокая протеолитическая активность) и прохождение процессов нитрификации. Эти процессы, возможно, связаны с жизнедеятельностью микроорганизмов, участвующих в выделении протеолитических ферментов.

Соотношение перманганатной окисляемости к бихроматной в среднем соответствовала 29 %, что указывает на свежееобразованное органическое вещество.

Таким образом, усиление биохимических процессов к марту месяцу способствует образованию питательных веществ и разложению продуктов жизнедеятельности организмов, что в конечном итоге может обеспечить развитие жизни во льду.

Список литературы

1. Абызов С. С. Микрофлора континентальных и морских льдов Антарктиды // Микробиология. 1993. Т. 62. Вып. 6. С. 994–1017.
2. Агатова А. И., Торгунова Н. И. Биологическая активность взвеси в водах разной трофности и ее роль в регенерации биогенных элементов // Промышленно-океанические исследования продуктивных зон морей и океанов. М., 1984. С. 25.
3. Иванов А. В., Юрьев Д. Н., Лебедев Ю. М. Криоперифитон в ледяном покрове р. Амур: материалы гляциол. исслед. М., 1987. Вып. 60. С. 184–189.
4. Корнеева Г. А. Оценка функционального состояния морской воды Черного моря по уровню гидрологических ферментативных активностей // Известия РАН. Сер. биол. 1993. № 6. С. 909–913.
5. Корнеева Г. А., Романкевич Е. А. Динамические характеристики трансформации органического углерода в донных осадках // Известия РАН. Сер. биол. 1996. С. 374–377.
6. Корнеева Г. А., Харченко С. В., Романкевич Е. А. Изучение ферментативного гидролиза казеина в морской воде // Известия РАН. Сер. биол. 1990. № 6. С. 821–826.
7. Мельников И. А. Экосистема арктического морского льда. М.: Недра, 1989. 192 с.
8. Оболкина Л. А. О находке криофильного сообщества в озере Байкал / Л. А. Оболкина [и др.] // Доклады Академии наук. 2000. Т. 371. № 6. С. 815–817.
9. Herndl G. J., Peduzzi P. Potencial microbial utilization rates of sublittoral gastropod mucus trails // Limnol. Oceanograph. 1989. V. 34(4). P. 780.