

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ $Fe(III)$ В ВОДОЕМАХ САМАРСКОЙ ЛУКИ

Ж.С.Потехина, Н.Г.Шерышева, М.В.Уманская, М.Д.Поспелова

Институт экологии Волжского бассейна РАН, г.Тольятти

Впервые изучали процессы бактериального восстановления трехвалентного железа в донных отложениях некоторых водоемов Национального парка «Самарская Лука». Оценивали влияние параметров экосистем на процесс восстановления железа.

Исследованы водоемы: пойменное озеро Большое Шелехметское, озера Клоквенное и Лизинка, расположенные на надпойменной террасе и водоемы возвышенности – озера Подгорское, Серебрянка, Бездонное, Харовое, Новый Сосново-Солонецкий пруд и малое карстовое озеро. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика исследованных водоемов приведена в работах (Паутова, в печати; Поспелова и др., 2000; Уманская и др., наст.сб.; Горбунов и др., 2001).

Пробы грунта отбирали трубчатым стратометром, придонной воды – батометром Руттнера. В донных отложениях водоемов общепринятыми методами (Руководство..., 1970; Аринушкина, 1970; Потехина и др., 2000) определяли температуру, pH, Eh, содержание кислорода, сероводорода и общего железа, а в придонном слое воды, кроме того, концентрацию

сульфатов (табл.). При определении содержания кислорода в грунтах был применен метод Винклера.

Процесс $Fe(III)$ восстановления изучали в накопительных культурах, полученных из верхнего слоя донных отложений (0-5 см) в озерах Большое Шелехметское, Клоквенное, Лизинка и Подгорское, а также из верхних слоев (0-5 см) и на глубине (10-15 см) в озерах Серебрянка, малая карстовая воронка, Бездонное, Харовое и Новом Сосново-Солонецком пруду. Накопительные культуры получали в анаэробных условиях на элективных средах для железовосстанавливающих бактерий с пиррофосфатом железа. В качестве субстратов в среды вводили водород, метан, метанол, дрожжевой экстракт.

Озеро Большое Шелехметское – старица, рукав Волги. Грунт – черный ил с примесью песка и серыми прослойками. В культурах, выделенных из донных отложений озера, выявлен процесс анаэробного восстановления $Fe(III)$ на метане и метаноле. Отмечено частичное использование дрожжевого экстракта и водорода в восстановлении $Fe(III)$ (рис.1).

Озеро Лизинка – представляет собой вытянутый во-

доем, частично пересыхающий летом. Грунт - желто-коричневый ил с обильной водной растительностью и живностью. В грунте идет интенсивное газообразование. При использовании в качестве источников углерода метана или метанола пиродифосфат Fe(III) полностью восстанавливался до фосфата Fe(II) (вивианита). Процесс проходил очень интенсивно, отмечено активное потребление метана. При росте на дрожжевом экстракте и водороде в качестве субстратов бактерии лишь частично восстанавливали Fe(III) (рис. 1).

Озеро Подгорское - старый пруд, расположенный в естественном углублении. Грунт - черный ил с запахом сероводорода. В накопительных культурах с метаном и метанолом происходило полное, а на дрожжевом экстракте и водороде - только частичное, восстановление Fe(III) (рис. 1).

Озеро Серебрянка - сильно заиленный карстовый водоем. Грунт - плотный черный ил с редкими серыми прожилками и остатками полурасщепившейся растительности без запаха, pH - 6,0. Процесс Fe(III) восстановления с метанолом в качестве субстрата был

более интенсивным в накопительных культурах из верхних слоев грунта (рис. 2), а при использовании метана в нижних слоях донных отложений (рис. 3).

Озеро Харовое - лесное озеро. Грунт - мягкий синеватый ил с обильным газообразованием. Кислород в грунте отсутствует, pH - 7,0.

Малое карстовое озеро. Грунт - темно-серый ил с мелкими остатками растительности и запахом сероводорода, на глубине более 5 см - плотная глина коричневого цвета. Содержание кислорода в грунте - 0 мг/л, pH - 6.

Озеро Бездонное - карстовый водоем, окружен сплавной шириной 3-5 м. Грунт - бескислородный черный однородный мягкий ил с сильным запахом сероводорода. Содержание кислорода в грунте - 0 мг/л, pH - 6,5.

Новый Сосново-Солонецкий пруд представляет собой водоем с каменной плотиной. Грунт - мягкий серый ил с детритом. Кислород в грунте отсутствует, pH-7,0.

Таблица

Гидрохимические показатели придонного слоя воды водоемов Самарской Луки

Название водоемов	T, °C	pH	Eh	O ₂ , мг/л	H ₂ S, мг/л	цветность	SO ₄ , мг/л	Feобщ. мг/л
озеро Большое Шелехметское 1	16,2	8,82	+195	10,02	отс.	55	45,6	0,17
озеро Большое Шелехметское 2	16,2	8,55	+172	9,85	следы	67	39,6	0,19
озеро Лизинка	13	7,12	+195	4,21	отс.	460	56,4	2,82
озеро Подгорское	13	8,8	+185	9,71	отс.	99	21,2	0,18
озеро Клюквенное		7,78	+178	10,10	отс.	336	15,6	1,12
озеро Серебрянка	11,3	6,34	+210	3,8	отс.	121	17,12	1,01
озеро Харовое	14,0	7,21	+209	0,7	отс.	40	48,5	0,32
малое карстовое озеро	9,5	6,81	+119	0,2	0,10	51	11,0	1,24
озеро Бездонное	7,1	6,46	+64	0,3	0,25	65	9,8	0,69
Новый Сосново-Солонецкий пруд	10,0	7,58	+240	3,9	отс.	30	36,3	0,15

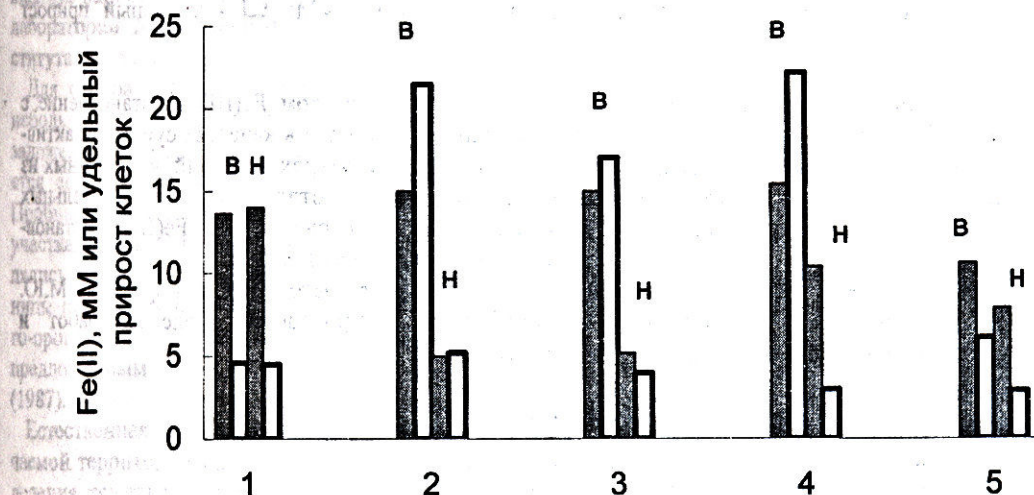


Рис. 1. Бактериальное анаэробное Fe(III) восстановление на разных субстратах в накопительных культурах из озер: 1 - Большое Шелехметское 1; 2 - Большое Шелехметское 2; 3 - Лизинка; 4 - Подгорское; 5 - Клюквенное: - на дрожжевом экстракте; - на метаноле; - на водороде; - на метане.

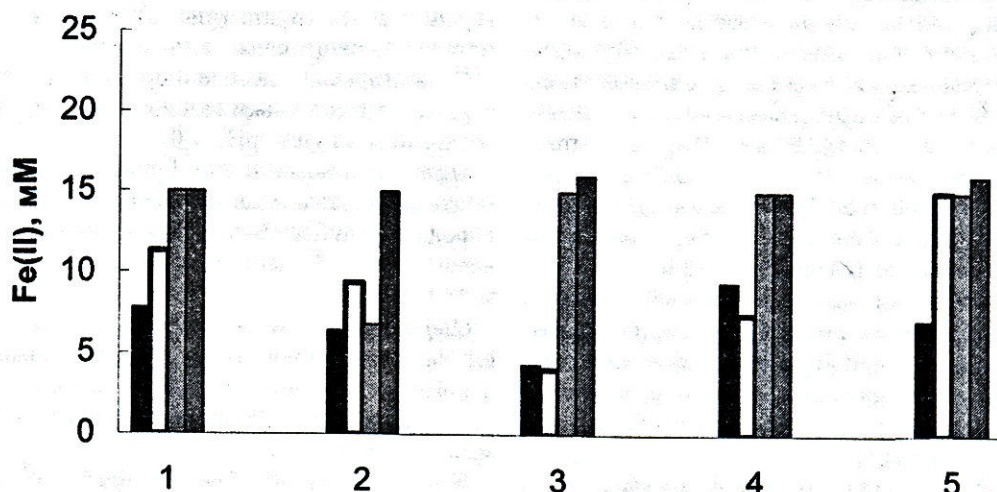


Рис. 2. Анаэробное восстановление Fe(III) пиррофосфата бактериями на метаноле в накопительных культурах из верхних (в) и нижних (н) слоев донных отложений озер: 1 - Серебрянка, 2 - Харовое, 3 - Малое карстовое, 4 - Бездонное, 5 - Сосново-Солонецкий пруд; ■ - продукция Fe(II), mM; □ - удельный прирост клеток.

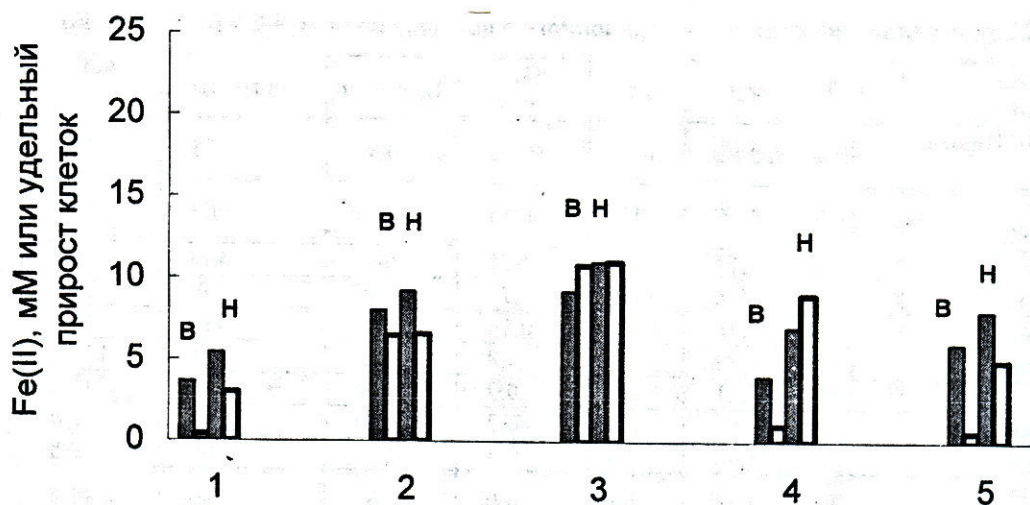


Рис. 3. Анаэробное восстановление Fe(III) пиррофосфата бактериями на метане в накопительных культурах из верхних (в) и нижних (н) слоев донных отложений озер: 1 - Серебрянка, 2 - Харовое, 3 - Малое карстовое, 4 - Бездонное, 5 - Сосново-Солонецкий пруда; ■ - продукция Fe(II), mM; □ - удельный прирост клеток.

Так же, как в озере Серебрянка, бактерии в накопительных культурах из озер Харовое, малое карстовое, Бездонное и Нового Сосново-Солонецкого пруда активнее восстанавливали пиррофосфат на метаноле в верхних слоях донных отложений, а на метане – в нижних (рис. 2, 3).

Во всех исследованных экосистемах наиболее активный процесс Fe(III) восстановления отмечен в водоемах с наибольшим содержанием общего железа в

придонной воде. При этом Fe(III) восстановление с использованием метанола в качестве субстрата активнее происходит в культурах бактерий, выделенных из верхних слоев донных отложений. В накопительных культурах из нижнего слоя грунта Fe(III) восстановление интенсивнее на метане.

Авторы выражают благодарность Горбунову М.Ю. за помощь при проведении полевых работ и консультации.

ЛИТЕРАТУРА

- Алекин О. А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970.
 Ариноушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970.
 Горбунов М. Ю., Уманская М.В. и др. К оценке состояния бессточных водоемов Национального парка «Самарская Лука»
 Паутова В.Н. Лимнологические исследования в Юго-Восточной части Самарской Луки. 1. Положение в ландшафте, гидрологические и гидрохимические особенности водоемов // Известия Самарского научного центра РАН, в печати.

Поспелов А.П., Горбунов М.Ю., Уманская М.В., Поспелова М.Д. Характеристика гидрохимического режима водоемов Самарской Луки // Известия Самарского научного центра РАН. 2000. Т.2. № 2 (4).

Потехина Ж.С., Шерышева Н.Г., Бычек-Гушина И.А., Готтшалк Г. Анаэробный рост бактерий на метане с Fe (III) восстановлением, как электрон-акцептирующим процессом // Известия Самарского научного центра РАН. 2000. Т.2, № 2 (4).

Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометиздат, 1977.

Уманская М.В., Горбунов М. Ю. и др. Общая характеристика некоторых водоемов Самарской Луки // Материалы международной научной конференции «Заповедное дело России: принципы, проблемы, приоритеты», в печати.

по химико-биологическим параметрам // Материалы Всероссийской научной конференции 27-30 августа 2001 года. Саратов: Изд-во Саратовского университета, 2001.