

## Краткая агрохимическая характеристика озерных отложений дельты реки Лены

Трофимова Тамара Петровна, заведующий лабораторией  
Жирков Иннокентий Иннокентьевич, кандидат географических наук, доцент  
ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» (г. Якутск)

**Аннотация.** В данной работе приводятся результаты агрохимического анализа донных отложений арктических озер дельты р. Лена в сравнении с результатами анализов отложений озер Вилюйского и Верхневилюйского улусов Центральной Якутии. Исследование показало, что донные отложения дельтовых озер характеризуются низким процентным содержанием влажности и органических веществ, низким водородным показателем и высокой зольностью. Кроме того, отмечено маломощность и преимущественно зоогенное происхождение донных отложений.

**Ключевые слова:** озеро, дельта р. Лена, донные отложения, химический состав, влажность, зольность, водородный показатель.

Исследованные озера расположены в бассейне, дельтовой устье р. Лена, географические координаты которых приведены в таблице 1. По своей структуре донные отложения в основном плотные, илистые, темно-оливкового, оливкового и темно-серого цвета. В составе донных отложений озер дельты р. Лены водно-эрозионного, термокарстового и смешанного происхождения, в отличие от озер такого типа вилюйских улусов, преобладает пластический материал, образующийся вследствие аккумуляции мелких речными паводковыми водами осадков, а также обрушения берегов, переотложения и сортировки их

волновыми процессами. Отсюда более высокие показатели зольности, до 96,3 %, и низкие показатели естественной влажности, до 22,7 % (оз. Мелкое), по сравнению с показателями озерных отложений вышеуказанных улусов, где влажность доходит до 80–96 %. Низкие показатели влажности отложений дельтовых озер указывают на ненасыщенность толщ воды органическими веществами, что хорошо коррелируется с показателями окисляемости воды. Высокие показатели зольности характерны для проб, отобранных из материнских песчано-глинистых и кольматированных песчаных отложений, подстилающих озерные осадки.

Таблица 1. Координатные данные и генезис исследованных озёр

| Озеро      | Координаты                        | Местоположение | Происхождение по [2]     |
|------------|-----------------------------------|----------------|--------------------------|
| Мелкое     | N 71°39'4.46"<br>E 128°48'27.57"  | п.Тикси        | Ледниково-зандровое      |
| Диринг     | N 71°36'23.43"<br>E 128°47'2.29"  | п.Тикси        | Водно-эрозионное         |
| Второе     | N 71°37'10.75"<br>E 128°48'24.48" | п.Тикси        | Водно-эрозионное         |
| Севастьян  | N 71°31'3.03"<br>E 128°49'37.40"  | п.Тикси        | Эрозионно-термокарстовое |
| Ладаннаах  | N 71°47'21.09"<br>E 128°36'28.86" | п.Тикси        | Ледниково-зандровое      |
| Вулкан     | N 72°15'20.97"<br>E 126°1'51.73"  | Чай-тумус      | Водно-эрозионное         |
| Куогастаах | N 72°37'57.75"<br>E 124°53'49.93" | Чай-тумус      | Эрозионно-термокарстовое |
| Батыйалаах | N 72°38'42.93"<br>E 124°58'15.08" | Чай-тумус      | Эрозионно-термокарстовое |
| Лыглай     | N 72°20'14.50"<br>E 125°40'54.14" | Чай-тумус      | Водно-эрозионное         |
| Буор-Хая 1 | N 72°38'42.93"<br>E 124°58'15.08" | губа Буор-Хая  | Эрозионно-термокарстовое |
| Буор-Хая 2 | N 72°38'42.93"<br>E 124°58'15.08" | губа Буор-Хая  | Водно-эрозионное         |

Холодная вода дельтовых озер, богатая растворенным кислородом, видимо, создает и поддерживает окислительную среду озерных осадков. Показатели pH (солевого) колеблются в пределах 3,1–6,3, а в озерных отложениях вилюйских улусов – в пределах 7,0–8,0 и выше. Кроме того, кислая среда дельтовых

озёр, возможно, связано с наличием свободной двуокиси углерода в водной массе, что обуславливает сдвиг карбонатной системы водоема и окислительно-восстановительного равновесия в целом. Вероятно, это также связано с тем, что толща воды обогащена растворенным кислородом, который посту-

пает с водами, отжимаемыми в озеро гидростатическими системами, возникающими при промерзании таликов на водосборах.

Озерные отложения, в первую очередь сапропелевые, относятся к органическим осадкам с высоким содержанием азота. Формы азота сапропелей и иловых отложений, азотистые соединения в них остаются малоизученными. К примеру, до 25-30 % азота гуминовых кислот озерных отложений не растворяется в 20 %-ной HCl [4, С. 34]. Ниже приводятся данные по формам азота (общий, аммиачный), полученные методами стандартных агрохимических анализов. Содержания общего азота в исследованных озёрах дельты реки колеблются от 0,10 до 0,41 %, азота аммонийного – от 0,004 до 0,022 % на АСВ.

При сравнении содержания общего азота (в % на АСВ) в отложениях озёр дельты с содержанием озерных отложениях вилюйских улусов установлено снижение до 0,10 % в оз. Ладаннаах в дельте р.Лены. Соответственно снижено и содержание аммиачного азота, 0,004-0,022 и 0,01–0,25%, что, возможно, объясняется обилием растворенного кислорода и возможностью окисления азота до нитратной формы в озерах дельты с дальнейшим его участием в биологических процессах. Некоторое (в единичных случаях на порядок) снижение этого показателя объясняется тем, что из-за низких температур воды процессы продуцирования и деструкции органических веществ ослаблены. Низкие показатели азота указывают на почти полное его использование в течение вегетационного периода в процессе продуцирования «живого вещества» биомассой озера.

В донных отложениях дельтовых озёр содержание  $P_2O_5$  общего колеблется в пределах 0,06–0,25, в вилюйских озерах – 0,09–0,5 (в среднем 0,27) % на АСВ, что намного ниже для первых по сравнению с органическими удобрениями. Так, например компост содержит  $P_2O_5$  – 0,2–0,4, навоз – 0,24, торф – 0,1–0,4 % на АСВ [1, С. 482]. Кроме того, необходимо отметить, что в сапропелях озёр Белоруссии содержание фосфора выше его содержания в озерных осадках дельты в 1,2 (органические сапропели) и 2,8 раз (смешанные сапропели).

В содержании подвижной формы  $P_2O_5$  в озерах бассейна р.Вилуи и озерах дельты р.Лены также зафиксировано существенное различие. Сравнение предельных содержаний показывает более высокие содержания подвижного фосфора в вилюйских озерах (0,02–0,07 и 0,04–0,23 соответственно).

Низкие показатели фосфора (общего и подвижного) очевидно связаны с низкой продуктивностью биомассы в целом, что связано с низкими температурами воды по сравнению с озерами Центральной Якутии и Вилюйской группы озёр.

Одним из основных показателей качества органических осадков и удобрений считается содержание  $K_2O$ , который как один из активных и подвижных элементов принимает участие во всех продукционных и деструктивных процессах, переходит из донных отложений в водный раствор, в тела макрофитов и nektonных организмов. В различных глинах, обладающих высокой поглощательной способностью, содержится от 0,83 до 5,48 %  $K_2O$  [3, С. 215]. Если в озер-

ных осадках Белоруссии (в составе золь) его содержание от 0,13 до 2,49 % [5, С. 304], то в осадках дельтовых озёр  $K_2O$  общий на АСВ содержится в значительно меньших концентрациях, в среднем 1,14 % (0,55–1,73). В озерах бассейна нижнего Вилюя, обследованных в разгаре гидрологического лета, содержание  $K_2O$  общего было еще ниже – 0,33% на АСВ в среднем, что обусловлено тем, что в летнее время продуцирование органического вещества с использованием  $K_2O$  идет весьма интенсивно. Об этом свидетельствуют данные по содержанию  $K_2O$  подвижного, который и используется в биологических процессах. Если в озерах бассейна нижнего Вилюя летом его содержание в среднем составляло всего 0,022%, то в озерах дельты в начале – середине августа, несмотря на низкий уровень биологических процессов, было 0,01 – 0,05 % на АСВ.

Важная физиологическая роль в жизни как растений, так и животных, отведена кальцию. Содержание кальция (в форме CaO) в озерных отложениях Центральной Якутии колеблется в значительных пределах. В озерах дельты р.Лена такие расхождения не обнаружены. Относительная однородность островных пород, условий среды и весенние паводочные разливы, возможно, нивелируют содержание основных ионов в воде. Для сравнения приведем среднее содержание CaO озерных отложений дельты (0,56 % на АСВ) и среднее содержание CaO озерных отложений 41 озера Вилюйского и Верхневилуйского улусов (6,95 % на АСВ), между которыми наблюдаются большие расхождения. В последних имеется значительная амплитуда колебаний содержания CaO (2,63–18,85). Неизвестными остаются в озерах дельты соотношения подвижных соединений кальция с другими формами.

Содержание хлора в озёрных отложениях дельты р. Лена минимально и колеблется в пределах 0,04 – 0,13 % на АСВ. Это хорошо коррелируется с концентрацией хлоридных ионов в толще воды.

Возрастает интерес к присутствию различных соединений и форм железа в биокосных системах, в том числе в почвах, в водных средах, в отложениях водоемов. Железонакопление в озерных осадках, активность участия железа в озерных круговоротах веществ регулируются и лимитируются целым комплексом условий, важнейшими из которых являются водный режим, кислотность среды, условия аэрации. Железо определено в форме  $Fe_2O_3$ . Высокая ежегодная водообменность большинства дельтовых озёр, открытость ландшафтов, усиленная возможность перемешивания поверхностных и придонных слоев воды под воздействием ветра позволяют – предполагать повышение содержания железа в донных отложениях дельтовых озёр (0,66% на АСВ в оз. Буор-Хая I) по сравнению с содержанием  $Fe_2O_3$  на АСВ (в среднем 0,16 %) в осадках эпизодически проточных и бессточных вилюйских озёр, что, видимо, связано с ограниченностью поступления железа с водосборов и, возможно, переходом железа в водный раствор, аморфные формы и железогумусные соединения.

Органическое вещество колеблется от 1,85 до 9,14 %, Это видимо, связано низкими показателями седиментационных процессов озёр бассейна р. Лена, и

со слабой интенсивностью биологических процессов.

Величина отношений C:N (13,2 – 47,0) в пробах донных отложений озёр свидетельствует об средней обогащённости отложений гумусовыми веществами, причём преимущественно гуматными. Можно предположить, что в иловых отложениях озёр, также как и в болотных илах, гуминовая группа веществ преобладает над фульватной [6, С. 285]. Это, возможно, объясняется тем, что органическое вещество здесь находится в холодных водах и минерализация существенно замедлена. Можно предположить и наличие большей доли нерастворимых органических веществ.

Таким образом, донные осадки озёр дельты р. Лена существенно отличаются от озёрных отложений, тем более сапропелевых озёр равнинной криолитозоны: они маломощны, в них намного меньше

содержание органических веществ, имеют кислую среду, низкую влажность, высокую зольность. Кроме того, отложения равнинных озёр преимущественно растительного происхождения, а в нашем случае преобладают зоогеновые. Установлены также весьма высокие соотношения углерода к азоту, что косвенно свидетельствует о замедленности процессов минерализации органических веществ в глубоких холодноводных озёрах.

Накопление и роль вышеперечисленных соединений в озерных осадках остаются недостаточно изученными. Это относится и к озерным осадкам дельты р. Лены, где необходимо развернуть подробные исследования, увязывая фактические характеристики с продуктивностью, состоянием экологии, оценкой рыбохозяйственной значимости озёр.

#### **Литература:**

1. Агрохимия: учебник для университетов по специальности «Агрохимия и почвоведения» / под ред. В.Г. Минеева. М.: Изд-во МГУ, 1990. – 485 с.
2. Жирков И.И. Схема лимногенетической классификации озёр Северо-Востока России // Учёные записки Российского Государственного Гидрометеорологического университета. СПб., 2014. – С. 18–26.
3. Логвиненко К.В. Петрография осадочных пород. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1974. – 400 с.
4. Лопотко М.З., Евдокимова Г.А. Сапропели и продукты на их основе. Минск: Наука и техника, 1986. – 191 с.
5. Поваркова С.С., Раковский В.Е. Химия и генезис торфа и сапропелей. Минск: Высшая школа, 1962. – С. 299–308.
6. Десяткин Р.В. Почвообразование в термокарстовых котловинах-аласах криолитозоны. Новосибирск: Наука, 2008. – 324 с.