



УДК 631.48

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2020.33.48>

## **Засолённые почвы Харамодонской низменности Баргузинской котловины**

В. Л. Убугунов, В. И. Убугунова, А. Д. Жамбалова

*Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ, Россия*  
E-mail: [zhambalova\\_ann@mail.ru](mailto:zhambalova_ann@mail.ru)

**Аннотация.** Изучены засоленные почвы, сформировавшиеся вокруг минерализованных озёр Харамодонской низменности в центральной части озёрно-аллювиального расширения Баргузинской котловины (Республика Бурятия). Описано морфологическое строение почв, основные физико-химические свойства, проанализированы различия в содержании и распределении солей, установлены типы химизма изученных почв и их элементный состав. Определены типоморфные химические элементы засоленных почв территории.

**Ключевые слова:** почвы, засоление, морфология, физико-химические свойства, элементы, эндогенез, Баргузинская котловина.

**Для цитирования:** Убугунов В. Л., Убугунова В. И., Жамбалова А. Д. Засоленные почвы Харамодонской низменности Баргузинской котловины // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2020. Т. 33. С. 48–61. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2020.33.48>

### ***Введение***

В Баргузинской котловине, являющейся самой крупной сухоходольной впадиной Байкальской рифтовой зоны (БРЗ), на площади 183 тыс. га распространены засоленные почвы [Построение карты ... , 2015]. Ареалы с сильнозасоленными почвами сосредоточены на периферии Харамодонских (Гаргинско-Аргадинских), Усть-Аргадинских, Алгинских и Кокуйских групп засоленных озёр. Многие из них имеют повышенную минерализацию, и на некоторых озёрах наблюдается садка солей или образование гуджира (высола на берегах или на дне высохшего озера). В питании озёр наряду с водами пространственно выдержанных слоёв участвуют трещинно-жильные минерализованные воды, приуроченные к пересечениям тектонических разломов [Минеральные озера ... , 2002]. Озёра имеют сульфатно-натриевую (мирабилитовые) и гидрокарбонатно-натриевую (содовые) геохимическую специфику. Наиболее распространёнными в котловине являются воды содового состава.

Озёра Харамодонской низменности имеют «пульсирующий» характер функционирования. Господствующие в межозёрных понижениях между урочищами Загалхан и Хасхал засоленные почвы до настоящего времени остаются неизученными. Цель настоящего исследования – изучение морфологиче-

ского строения, свойств, химизма засоленных почв Харамодонской низменности и выявление типоморфных индикаторных элементов этих почв.

**Материалы и методы**

Отличительной чертой озёрно-аллювиальной равнины Баргузинской котловины являются экстремально холодные и субаридные, а временами аридные условия формирования почв. Отмечаются высокие годовые амплитуды температур (до 51 °С) и отрицательные среднегодовые (–2,8...–5,3 °С). Крупные горные системы с запада (Баргузинский хребет) и востока (Икатский хребет) препятствуют поступлению как атлантических, так и тихоокеанских влагонесущих потоков. Недостаток увлажнения особенно ярко выражен в весенне-раннелетний период [Разнообразие почв ... , 2015; Убугунов, Убугунова, Цыремпилов, 2016].

Крупный массив с сильнозасоленными почвами расположен по периферии минерализованных озёр Харамодонской группы, которые приурочены к пересечению Нижнеаргадинского разлома с более мелким Хасхал-Аргадинским [Лунина, Гладков, Неведова, 2009]. Среди 15 озёр Харамодонской группы встречаются пресные и солоноватые щелочные озёра (рН = 8,7–10,0) с минерализацией от 0,1 до 2 г/л. По химическому составу пресные воды гидрокарбонатные магниевые, а солоноватые – гидрокарбонатные натриевые, относятся к карбонатному типу с различной долей сульфатов и хлоридов (табл. 1). Концентрация солей варьирует от 2,91 до 7,08 г/дм<sup>3</sup>. Как известно, минерализация, как и доминирование определённых ионов, изменяется в зависимости от сезона. Отбор проб в исследовании производился в июне-июле.

Таблица 1

Гидрохимическая характеристика вод некоторых минеральных озёр Харамодонской низменности (г/л), по [Водные системы ... , 2007; Засоленные почвы ... , 2017]

Сумма солей, %	Сумма токс. солей, %	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup>	pH
Грунтовые воды									
1,66	1,36	3,12	15,56	3,94	1,84	0,75	1,25	19,55	9,10
Озеро Альтерак									
46,05	41,26	254,0	304,40	32,16	248,0	1,00	1,82	622,51	10,10
Озеро Харамодонское									
–	–	0,51	3,81	0,48	0,15	0,09	0,07	1,97	–

В маловодные периоды многие озёра пересыхают. Озёрные отложения имеют карбонатный тип седиментации. Минералогический состав осадков представлен карбонатами, кварцем, плагиоклазами, калиевым полевым шпатом, гипсом, слюдой (биотит), амфиболом, хлоритом, эпизодически присутствует пирит, ангидрит, тенардит, мирабилит [Голоценовая осадочная летопись ... , 2013]. На освободившихся от воды отложениях при высокой концентрации солей формируются сильнозасоленные почвы. Растительность практически отсутствует или представлена редкими экземплярами галофитных и галотолерантных видов. К контрастному водному режиму хорошо

приспособились чиевые сообщества, в составе которых, наряду с ксерофитами настоящих и опустыненных степей, встречаются мезофиты луговых степей и остепнённых солонцеватых лугов.

При изучении почв использовались сравнительно-географические, морфологические, физико-химические методы [Аринушкина, 1970; Агрохимические методы ... , 1975; ГОСТ 17.4.4.01-84<sup>1</sup>; ГОСТ 26423-85<sup>2</sup>]. Классификационное положение почв определено согласно «Классификации почв России» [2004] и «Полевому определителю почв России» [2008].

Для выявления особенностей распределения элементов в засоленных почвах рассчитаны коэффициенты концентрации по отношению к литосфере:

$$КК = Cb / CC,$$

где КК – кларк концентрации элемента;  $Cb$  – содержание элемента в изученных почвах;  $CC$  – кларки литосферы. Значения  $CC$  приведены по работам Н. С. Касимова и Д. В. Власова [2015] и А. Kabata-Pendias [2011]. Основные статистические показатели рассчитаны в пакетах Statistica 10 и MS Excel 2010.

### **Результаты и обсуждение**

Проведённые исследования показали, что сильнозасоленные почвы в Харамодонской низменности формируются вокруг минерализованных озёр. Ниже приведены морфологические описания почв из разрезов, заложенных на 250-метровой трансекте, включающей дно пересохшего озера (ХМД-1-15), его окраинную часть (ХМД-2-15) и контактную зону перехода поймы к песчаным возвышенностям (ХМД-3-15) (рис. 1).

*Разрез ХМД-1-15.* N54°11'50,7"; E110°30'01,5", высота над у. м. 426 м. Разрез заложен 19.06.2015 г. на дне высохшего озера восточнее оз. Альтерак. Поверхность покрыта тонкими (2 см) плотными растрескивающимися солевыми корочками (см. рис. 1).

+1–0 см. Солевая корка.

S@ 0–15(48) см. Тёмно-серый, влажный, уплотнённый, тяжелосуглинистый, криотурбированный, встречаются единичные тонкие корни; бурно вскипает от HCl. Переход ясный, выражен по цвету, гранулометрическому составу и плотности, граница карманно-волнистая.

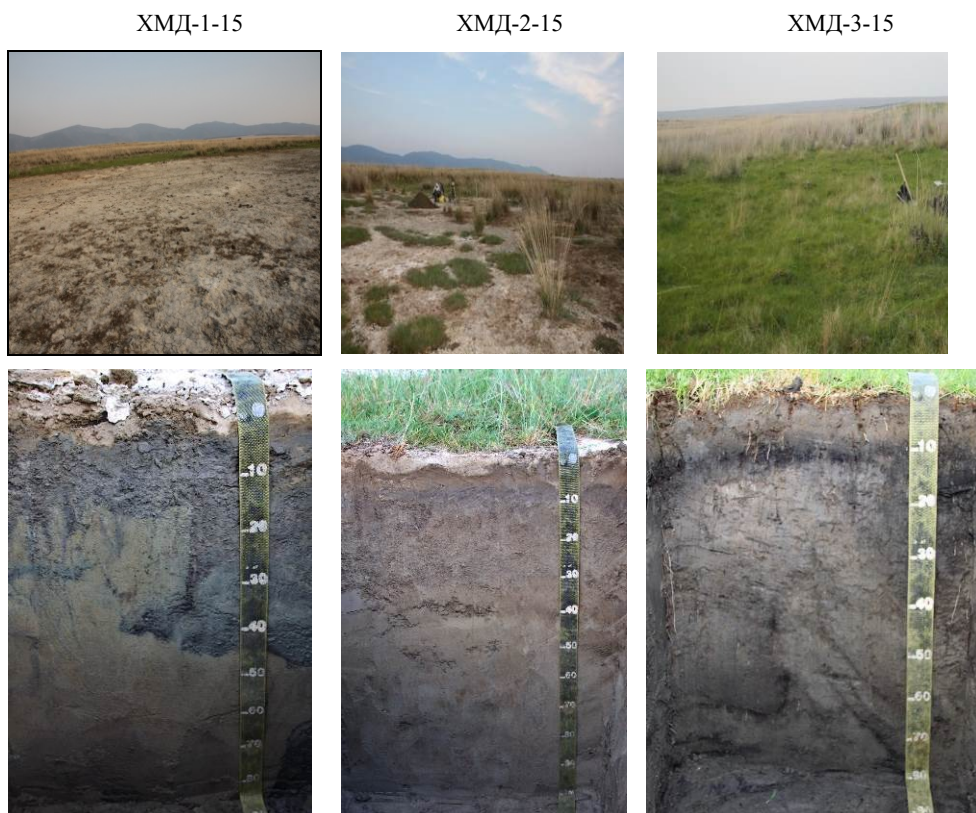
Sq, ca15(48)–35(63) см. Бледно-палевый с признаками квазиглееватости, влажный, бесструктурный, суглинистый; бурно вскипает от HCl. Переход заметный, выражен по цвету и интенсивности вскипания, граница карманная.

2Cca 35(63)–84 см. Серый с рыжевато-жёлтым оттенком, мокрый, рыхлый, песчаный; вскипает от HCl.

Почва – солончак квазиглееватый криотурбированный.

<sup>1</sup> ГОСТ 17.4.4.01-84. Охрана природы. Почвы. Методы определения ёмкости катионного обмена. М. : Изд-во стандартов, 1985. 6 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, pH и плотного остатка водной вытяжки. М. : Стандартинформ, 2011. 9 с.



*Рис. 1.* Морфологическое строение разнотипных засоленных почв Харамодонской низменности: ХМД-1-15 – солончак квазиглееватый криотурбированный; ХМД-2-15 – слоисто-эоловая гумусовая засоленная мерзлотная; ХМД-3-15 – светлогумусовая засоленная эолово-стратифицированная мерзлотная

*Разрез ХМД-2-15.* N 54°11'48,8", E 110°30'07,7", высота над у. м. 494 м. Разрез заложен 19.06.2015 г. на периферии пересохшего озера. Растительный покров сильнопятнистый, общее проективное покрытие 30 %. Местами между осоково-чиевыми сообществами на поверхности почвы встречается рыхлая солевая корка (см. рис. 1).

+2–0 см. Белесовато-серая солевая корка.

Wt, s 0–5(6) см. Коричневато-сероватый, влажный, уплотнённый, бесструктурный, супесчаный, встречаются редкие тонкие корни травянистой растительности; бурно вскипает от HCl. Переход резкий, выражен по цвету, гранулометрическому составу, граница ровная.

Sca 5(6)–12 см. Темновато-серый, увлажнённый, уплотнённый, суглинистый, встречаются единичные корни травянистых растений; бурно вскипает от HCl. Переход на передней стенке ровный, на боковой – мощнее в 2–3 раза, выраженный по гранулометрическому составу и цвету.

[As, ca] 12–33 см. Коричневато-серый, увлажнённый, слегка уплотнённый, тяжелосуглинистый, встречаются единичные тонкие корни травяни-

стых растений; бурно вскипает от НСІ. Переход заметный, выражен по цвету, гранулометрическому составу, плотности.

Сса 33–53(62) см. Желтовато-серый, влажный, рыхлый, супесчаный, встречаются единичные тонкие корни травянистых растений; бурно вскипает от НСІ. Переход постепенный, выражен по цвету, гранулометрическому составу, граница слабоволнистая.

2 Сса<sup>L</sup> (62)–101 см. Коричневато-серая сырая супесь, слабоуплотнённая, в верхней части выражены буровато-ржавые потёки, вытянутые вниз, корни встречаются до 70 см, песчаный, очень холодный, мерзлота с глубины 101 см.

Почва – слоисто-эоловая гумусовая засоленная мерзлотная.

*Разрез ХМД-3-15.* N54°11'47,7", E110°30'12,4", высота над у. м. 432 м. Разрез заложен 19.06.2015 г. в контактной зоне перехода равнины к песчаными возвышенностям урочища Верхний Куйтун. Поверхность почвы неровная, закороченная. Растительный покров представлен осочково-чиевыми сообществами. На поверхности кочек фиксируются слабозаметные пухлые корочки (см. рис. 1).

AJr, s 0–9(13) см. Коричневато-серый, увлажнённый, плотный, задернованный, супесчаный, обильно пронизан корнями; бурно вскипает от НСІ. Переход заметный, выражен по цвету, граница слабоволнистая.

[As, ca] 9(13)–13(30) см. Неоднородно окрашенный – от коричневато-серого до почти чёрного, увлажнённый, уплотнённый, бесструктурный, суглинистый, много органического вещества; бурно вскипает от НСІ. Переход ясный, выражен по цвету, граница относительно ровная, волнистая.

2[Aca, @] 13(30)–80 см. Неоднородно окрашен, преобладают коричневато-серые тона, местами слегка осветлён, сырой, рыхлый, супесчаный; вскипает от НСІ. Переход заметный, выражен по гранулометрическому составу, криотурбации.

Сса<sup>L</sup> С 80 см в профиле почвы залегает льдистая мерзлота. На правой боковой стенке выражено пятно желтовато-светло-серого цвета, рыхлый, бесструктурный, песчаный, сильно увлажнённый, холодный.

Почва – светлогумусовая засоленная эолово-стратифицированная мерзлотная.

Общая особенность изученных почв – высокая увлажнённость профиля, связанная с водоупором из-за подстилающей мерзлоты или близкого залегания грунтовых вод. На поверхности почвы встречаются солевые корочки. В некоторых разрезах отчётливо выражены эоловые песчаные наносы (см. рис. 1).

По морфологическому строению засоленные почвы, сформированные на днище пересохшего озера, характеризуются наличием верхнего солончакового горизонта, сменяющегося почвообразующей породой (ХМД-1-15). В профиле солончаков выражены признаки квазиглеевого процесса.

В профиле засоленных почв контактных зон отчётливо проявлен тёмный, почти чёрный горизонт, который выделен как погребённый гумусовый (см. рис. 1). Этот горизонт характеризуется наиболее тяжёлым грануломет-

рическим составом и увеличением (в 7–8 раз) содержания гумуса (табл. 2). Такие прослойки отчётливо выделяются в профиле светлогумусовой засоленной эолово-стратифицированной мерзлотной почвы (ХМД-3-15). Здесь тёмные прослойки встречаются не только в верхней (9(13)–13(30) см), но и в нижней части профиля. Они обрамляют клиновидное образование, происхождение которого может носить как криогенный характер, так и являться следствием эндогенных проявлений зон разломов Харамодонской низменности. Такие морфологические особенности отмечались в почвах, сформированных в зонах пересечения Баргузинского и Дыренского разломов в северо-западной части Баргузинской котловины, в которых под действием восходящих тепловых, газовых и водных потоков происходит турбация профиля и формирование импрегнированных прослоек и горизонтов [Жамбалова, 2018; Эндогенный фактор ... , 2018].

Реакция среды по всему профилю изученных почв сильнощелочная (см. табл. 2), максимальные значения этого показателя отмечаются в солевой корке (10,2). Весь почвенный профиль окарбоначен. Высокая концентрация CO<sub>2</sub> зафиксирована в солончаковом горизонте. Содержание общего гумуса и ёмкость катионного обмена (ЕКО) во всех изученных почвах низкие.

Таблица 2

Некоторые физико-химические свойства засоленных почв Харамодонской низменности

Горизонт	Глубина, см	рН водн.	CO <sub>2</sub>	Сухой остаток	Сумма токс. солей	Гумус	ЕКО ммоль/э кв.	Фракции <0,01, %
Солончак квазиглееватый криотурбированный (ХМД-1-15)								
СК	+2–0	10,20	8,70	6,25	6,25	не опр.	10,0	не опр.
S@	0–15(48)	9,10	12,70	1,71	1,60	0,77	4,0	49,0
Cq	15(48)–35(63)	9,20	7,40	0,67	0,55	0,24	8,0	23,0
2C	35(63)–84	9,10	7,20	0,26	0,25	0,19	8,0	10,0
Слоисто-эоловая гумусовая засоленная мерзлотная (ХМД-2-15)								
СК	+2–0	10,10	13,70	30,17	29,98	не опр.	8,0	не опр.
W <sub>Г,s</sub>	0–5(6)	9,30	3,40	0,26	0,26	0,49	10,0	14,0
Cs	5(6)–12	9,50	8,50	0,29	0,26	0,20	4,0	28,0
[AJs]	12–33	9,0	11,0	0,13	0,12	0,42	10,0	37,0
2C <sub>ca</sub>	33–53(62)	8,20	4,10	0,06	0,05	0,23	14,0	13,0
3C <sub>⊥</sub>	(62)–101	8,40	4,30	0,07	0,05	0,20	6,0	11,0
Светлогумусовая засоленная эолово-стратифицированная мерзлотная (ХМД-3-15)								
A <sub>Г,s</sub>	0–9(13)	8,80	3,0	0,20	0,11	0,71	8,0	15,0
[AJs]	9(13)–13(30)	8,10	6,10	0,18	0,10	5,67	22,0	33,0
2[AJ]	13(30)–80	7,70	7,0	0,11	0,02	1,82	14,0	23,0
C <sub>⊥</sub>	80–	7,60	2,20	0,08	0,04	0,30	12,0	4,0

Примечание: СК– солевая корка; «не опр.» – не определяли.



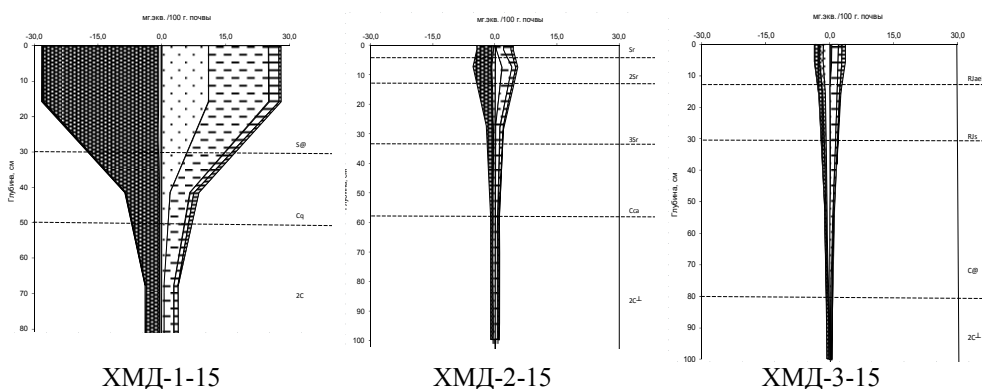


Рис. 3. Профильное распределение солей в засоленных почвах Харамодонской низменности.

Условные обозначения ионов:  $K^+$ ;  $Na^+$ ;  $Mg^{2+}$ ;  $Ca^{2+}$ ;  $CO_3^{2-}$ ;  $HCO_3^-$ ;  $SO_4^{2-}$ ;  $Cl^-$

Слабым поверхностным засолением характеризуется почва, расположенная в контактной зоне перехода озерно-аллювиальной равнины к плосковершинным песчаным возвышенностям урочища Верхний Куйтун. Химизм сложный хлоридно-сульфатный натриево-магниевый-кальциевый (см. рис. 3).

Элементный состав изученных почв характеризуется средним содержанием Ba –  $1008 \pm 41$ ; Be –  $2,3 \pm 0,1$ ; Ca –  $69808 \pm 4125$ ; Ce –  $58 \pm 2,3$ ; Co –  $12 \pm 0,75$ ; Cr –  $46,8 \pm 3,2$ ; Cu –  $16,3 \pm 1,3$ ; Fe –  $28350 \pm 1337$ ; K –  $20150 \pm 898$ ; Li –  $23,6 \pm 1,2$ ; Mg –  $29792 \pm 4101$ ; Mn –  $666 \pm 26$ ; Na –  $24527 \pm 659$ ; Ni –  $24,3 \pm 1,6$ ; P –  $1223 \pm 83$ ; S –  $306 \pm 1,24$ ; Sr –  $874 \pm 18,3$ ; Ti –  $4025 \pm 154$ ; V –  $75 \pm 3,5$ ; Zn –  $66 \pm 4,4$  мг/кг.

По сравнению с кларком земной коры происходит накопление:  $Ba_{2,5}$ ,  $Sr_{2,3}$ ,  $Ca_{1,8}$ ,  $Mg_{1,7}$ ,  $P_{1,6}$  (рис. 4).

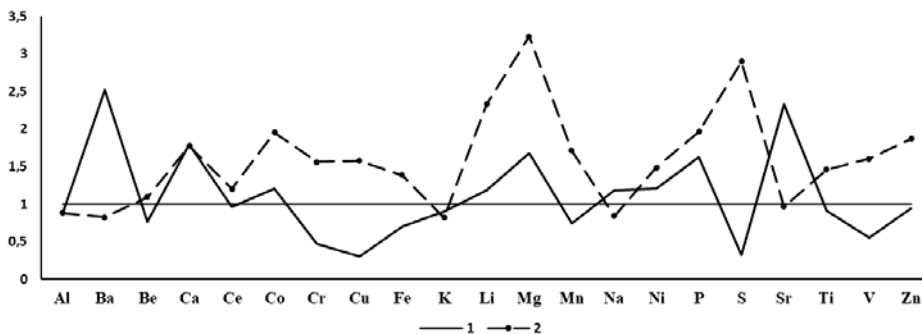


Рис. 4. Коэффициент концентрации элементов в засоленных почвах Харамодонской низменности по отношению: 1 – кларку литосферы; 2 – почвообразующим породам



Известно, что элементный состав генетически зависит от особенностей почвообразующих пород, которые в Баргузинской котловине представлены песчаными отложениями [Убугунов, Убугунова, Цыремпилов, 2016]. В засоленных почвах Харамодонской низменности накапливаются элементы, не характерные для почвообразующих пород котловины:  $Mg_{3,2}$ ,  $S_{2,9}$ ,  $Li_{2,3}$ ,  $P_{2,0}$ ,  $Co_{2,0}$ ,  $Ca_{1,8}$ ,  $Mn_{1,7}$ ,  $V_{1,6}$ ,  $Cu_{1,6}$ ,  $Cr_{1,6}$ ,  $Ti_{1,5}$ ,  $Ni_{1,5}$ ,  $Fe_{1,4}$  (см. рис. 4), накопление которых может быть связано с эндогенными факторами формирования почв: разломной тектоникой и дополнительным привносом элементов с минерализованными водами.

Концентрация кальция в изученных почвах превышает кларк земной коры и его содержание в почвообразующей породе в 1,8 раза. В профиле содержание Ca варьирует в пределах 52 500–91 600 мг/кг. Самые высокие значения зафиксированы в горизонтах с максимальным пиком содержания карбонатов, такое распределение может быть связано с накоплением кальция на карбонатном барьере (рис. 5).

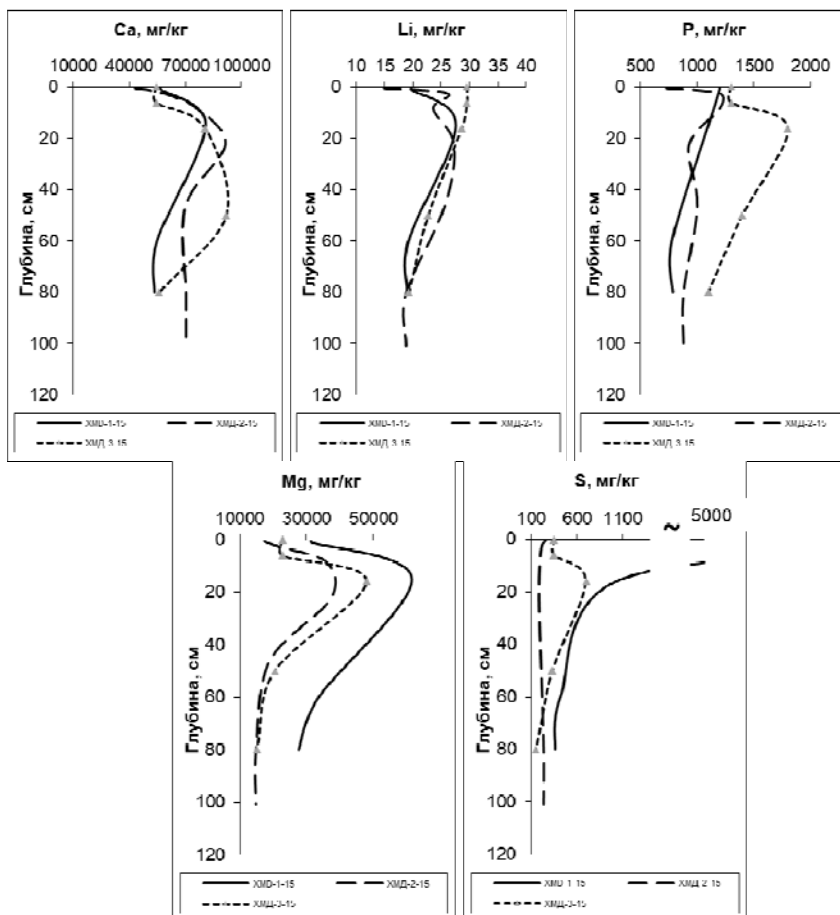


Рис. 5. Профильное распределение P, Li, Mg, S, Ca в засоленных почвах Харамодонской низменности

Содержание лития в галоморфных почвах на уровне кларка литосферы, по отношению к почвообразующей породе его концентрация выше в 2,3 раза. Песчаные породы обеднены литием, его накопление в солончаках и солёных озёрах происходит за счёт питания глубинными литиеносными термальными водами [Перельман, Касимов, 1999]. В профиле Li реагирует на утяжеление гранулометрического состава, его накопление происходит на сорбционном барьере (см. рис. 5).

Среди рассмотренных элементов магний имеет самый высокий коэффициент концентрации по отношению к почвообразующей породе (см. рис. 4). В почвах такое накопление может быть связано с поступлением магния из грунтовых вод и оседанием в горизонтах с преобладанием фракции физической глины (см. рис. 5).

Содержание серы в галоморфных почвах Харамодонской низменности в 2,9 раза выше, чем в почвообразующих породах. В профиле солончака квазиглеевого зафиксированы самые высокие концентрации серы с максимальным пиком на испарительном барьере – солевой корке. Здесь концентрация S составила 5100 мг/кг, что в 5 раз превышает кларк земной коры (см. рис. 5). Накопление серы может быть связано только с эндогенным её привнесением минерализованными водами, поскольку почвообразующие породы обеднены этим элементом.

### ***Выводы***

На территории Харамодонской низменности в месте пересечения Нижнеаргадинского и Хасхал-Аргадинского разломов происходит разгрузка слабоминерализованных вод. Экстраконтинентальный климат, засушливость весенне-раннелетнего периода, близко залегающая мерзлота и наличие источника солей обусловили формирование здесь крупного массива с засоленными почвами. По морфологическому строению и вещественному составу диагностирована их принадлежность к отделам слаборазвитых почв первичного ствола почвообразования и галоморфных почв постлитогенного ствола.

Содержание, распределение солей и тип химизма изученных почв различный. В почвах аккумулятивных позиций формируются солончаки с содовым типом засоления. Из-за сильной токсичности растительность отсутствует. В слоисто-эоловой гумусовой засоленной мерзлотной почве, занимающей контактную зону перехода от озерно-аллювиальной равнины к террасе, преобладает поверхностное засоление с менее токсичным сульфатно-содовым и содово-сульфатным химизмом. Произрастают галофильные и галотолерантные виды с низким проективным покрытием. Светлогумусовые засоленные эолово-стратифицированные мерзлотные почвы, залегающие на самых высоких гипсометрических уровнях, имеют слабую степень смешанного типа засоления верхних горизонтов, что благоприятствует произрастанию растительности.

Типоморфными элементами засоленных почв являются Mg, S, Li, P. Накопление этих элементов может быть связано с эндогенными факторами формирования почв: разломной тектоникой и дополнительным привнесением элементов с минерализованными водами.

*Исследования выполнены по теме бюджетных проектов № АААА-А17-117011810038-7, АААА-А17-117011810036-3.*

### Список литературы

- Агрохимические методы исследования почв. М. : Наука, 1975. 656 с.
- Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М. : Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
- Водные системы Баргузинской котловины / Б. Б. Намсараев, В. В. Хахинов, Е. Ж. Гармаев, Д. Д. Бархутова, З. Б. Намсараев, А. М. Плюснин. Улан-Удэ : Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2007. 154 с.
- Голоценовая осадочная летопись озера Большое Алгинское, Западное Забайкалье: связь с палеоклиматом / Э. П. Солотчина, Е. В. Складов, П. А. Солотчин, Е. Г. Вологина, О. А. Складова, Н. Н. Ухова // Доклады Академии наук, 2013. Т. 449, № 1. С. 80–86. <https://doi.org/10.7868/S0869565213070220>
- Жамбалова А. Д. Засолённые почвы зон разломов Кучигерских гидротерм и их геохимические особенности : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Улан-Удэ : ИОЭБ СО РАН, 2018. 22 с.
- Засолённые почвы Баргузинской котловины / Г. И. Черноусенко, Е. И. Панкова, Н. В. Калинина, В. И. Убугунова, Д. И. Рухович, В. Л. Убугунов, Э. Г. Цыремпилов // Почвоведение. 2017. № 6. С. 652–671. <https://doi.org/10.7868/S0032180X1706003X>
- Касимов Н. С., Власов Д. В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Московского университета. Серия: География. 2015. № 2. С. 7–17.
- Классификация и диагностика почв России. Смоленск : Ойкумена, 2004. 342 с.
- Лунина О. В., Гладков А. С., Неведрова Н. Н. Рифтовые впадины Прибайкалья: тектоническое строение и история развития. Новосибирск : Гео, 2009. 316 с.
- Минеральные озера Баргузинско-Чивыркуйского перешейка / А. А. Дзюба, Н. В. Кулагина, Т. И. Абидаева, А. Л. Черных // География и природные ресурсы. 2002. № 2. С. 61–67.
- Перельман А. И., Касимов Н. С. Геохимия ландшафта. М. : Изд-во МГУ, 1999. 610 с.
- Полевой определитель почв России. М. : Изд-во Почв. ин-та им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
- Построение карты засоления почв Баргузинской котловины на основе ГИС / Д. И. Рухович, Г. И. Черноусенко, Н. В. Калинина, М. С. Симакова, А. Л. Куляница // Почвы холодных областей: генезис, география, экология (к 100-летию со дня рождения проф. О. В. Макеева) : материалы науч. конф. Улан-Удэ, 2015. С. 31–32.
- Разнообразие почв, формирующихся в условиях близкозалегающей мерзлоты Баргузинской котловины / В. Л. Убугунов, Э. Г. Цыремпилов, В. И. Убугунова, Жамбалова А. Д. // Почвы холодных областей: генезис, география, экология (к 100-летию со дня рождения проф. О. В. Макеева) : материалы науч. конф. Улан-Удэ, 2015. С. 36–37.
- Убугунов В. Л., Убугунова В. И., Цыремпилов Э. Г. Почвы и формы рельефа Баргузинской котловины. Улан-Удэ : Изд-во БНЦ СО РАН, 2016. 212 с.
- Эндогенный фактор и морфогенетическое строение почв в зоне влияния Кучигерских гидротерм (Байкальская рифтовая зона, север Баргузинской котловины) / В. Л. Убугунов, Н. Б. Хитров, В. И. Убугунова, А. Д. Жамбалова, Ю. А. Рупышев, Т. А. Аюшина, А. Е. Парамонова, Э. Г. Цыремпилов, Ц. Н. Насатуева // Природа внутренней Азии. Nature of Inner Asia, 2018. № 4(9). С. 54–72.
- Kabata-Pendias A. Trace elements in soils and plants. Taylor and Francis Group, 2011. 505 p

## Salty Soils of the Charamodon Lowland (Barguzin Depression, Buryatia)

V. L. Ubugunov, V. I. Ubugunova, A. D. Zhambalova

*Institute of General and Experimental Biology SB RAS, Ulan-Ude, Russian Federation*

**Abstract.** In “humid” latitudes within the lacustrine-alluvial part of the Barguzin depression, azonal saline soils are widespread. Genesis of these soils is affected by a combination of endogenous (current seismic activity and tectonic disturbance at the intersection of Nizhneargadinskiy and Khaskhal-Argadinskiy faults, discharges of low mineralized waters) and exogenous factors (aridity in the spring-early-summer period, permafrost, cryogenic metamorphism). The study was performed at the area of Kharamodon lowland near saline lakes. The conjugate series of soils located on the bottom of a dried-up lake and in the contact zone of the transition from the lake-alluvial plain to the terrace of the Upper Kuitun terrain were investigated. The soils developed in the zone of tectonic faults with deep waters wedging are characterized by extremely high dynamics of soil forming conditions such as the contrasting combination of physical and chemical properties of soil horizons, heterogeneous texture, soda and sulfate-soda type of salinity, and geochemical peculiarities of the element associations. The salt crusts, humus-underdeveloped or light-humus diagnostic horizons with signs of aeolian stratification and gleying are the features of the morphological structure of these soils. Within the saline soil profiles, dark, almost black layers and turbations are noted, which are typical for soils of active tectonic faults zones with thermal low mineralized waters unloading. The concentrations, salts distribution, degree and type of chemistry in the soils under the study are sharply changed over a short distance. In the soils of accumulative positions, solonchaks with very high soda salinity entire the profile are formed. There is no vegetation due to the strong salt toxicity. In the layered-aeolian humus saline permafrost soil located in the contact zone of the transition from the lake-alluvial plain to the terrace, surface salinity with less toxic sulfate anion prevails (salt crust). Downhill soda-sulfate and sulfate-soda types occurred, sodium predominates among the cations. Halophilic and halotolerant plant species form the low projective cover (30%). The maximum content of easily soluble and toxic salts is concentrated in the salt crusts of the quasi-clay cryoturbated solonchak and in the layered-aeolian soil. Light-humus saline aeolian-stratified permafrost soils developed at the highest hypsometric levels are of weak degree of mixed type salinity of the upper horizons that favors vegetation growth. The latent discharge of mineralized waters affects the saline soils composition. In comparison with the clark of the Earth's lithosphere, accumulation of Ba<sub>2,5</sub>, Sr<sub>2,3</sub>, Ca<sub>1,8</sub>, Mg<sub>1,7</sub>, P<sub>1,6</sub> is occurred. In the saline soils of the Haramodon lowland, not typical for the parent rocks elements such as Mg<sub>3,2</sub>, S<sub>2,9</sub>, Li<sub>2,3</sub>, P<sub>2,0</sub>, Co<sub>2,0</sub>, Ca<sub>1,8</sub>, Mn<sub>1,7</sub>, V<sub>1,6</sub>, Cu<sub>1,6</sub>, Cr<sub>1,6</sub>, Ti<sub>1,5</sub>, Ni<sub>1,5</sub>, Fe<sub>1,4</sub> are accumulated.

**Keywords:** soil, salinization, morphology, physicochemical properties, elements, endogenesis, Barguzin basin.

**For citation:** Ubugunov V.L., Ubugunova V.I., Zhambalova A.D. Salty Soils of the Charamodon Lowland (Barguzin Depression, Buryatia). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2020, vol. 33, pp. 48-61. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2020.33.48> (in Russian)

### References

- Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv* [Agrochemical methods of soil research]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 656 p. (in Russian)
- Arinushkina E.V. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv* [Guidelines to the chemical analysis of soils]. Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 1970, 487 p. (in Russian)
- Namsaraev B.B., Khakhinov V.V., Garmaev E.Zh., Barkhutova D.D., Namsaraev Z.B., Plyusnin A.M. *Vodnye sistemy Barguzinskoj kotloviny* [Water systems of the Barguzin Depression]. Ulan-Ude, Buryat St. Univ. Publ., 2007, 154 p. (in Russian)

Solotchina E.P., Sklyarov E.V., Solotchin P.A., Vologina E.G., Sklyarova O.A., Ukhova N.N. Golocenovaya osadochnaya letopis' ozera Bolshoe Alginskoe, Zapadnoe Zabajkalie: svyaz s paleoklimatom [Holocene sedimentary record of lake Bolshoe Alginskoe, Western Transbaikalia: connection with the paleoclimate]. *Doklady Biological Sciences*, 2013, vol. 449, no. 1, pp. 80-86. <https://doi.org/10.7868/S0869565213070220>

Zhambalova A.D. *Zasolennyye pochvy zon razlomov Kuchigerskikh gidroterm i ih geo-himicheskie osobennosti* [Saline soils of the Kuchiger hydrotherm fault zones and their geochemical features: Cand. diss. abstr.]. Ulan-Ude, IGEB SB RAS, 2018. 22 p. (in Russian)

Chernousenko G.I., Pankova E.I., Kalinina N.V., Rukhovich D.I., Ubugunova V.I., Ubugunov V.L., Tsyrempilov E.G. Zasolennyye pochvy Barguzinskoj kotloviny [Salt-affected soils of the Barguzin Depression]. *Euras. Soil Sci.*, 2017, vol. 50, no. 6, pp. 646-663. <https://doi.org/10.1134/S1064229317060035>

Kasimov N.S., Vlasov D.V. Klarki khimicheskikh elementov kak etalony sravneniya v ekogeokhimi [Clarks of chemical elements as comparison standards in ecogeochemistry]. *Moscow Univ. Bull. Ser. 5. Geography*, 2015, vol. 2, pp. 7-17. (in Russian)

*Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and diagnosis of soils of Russia]. Smolensk, Oikumena Publ., 2004, 342 p. (in Russian)

Lunina O.V., Gladkov A.S., Nevedrova N.N. *Riftovyye vpadiny Pribaikal'ya: tektonicheskoe stroenie i istoriya razvitiya* [Rift depressions in Cisbaikalia: tectonic structure and development history]. Novosibirsk, Geo Publ., 2009, 316 p. (in Russian)

Dzyuba A.A., Kulagina N.V., Abidueva T.I., Chernykh A.L. Mineralnye ozera Barguzinsko-Chivyrkuiskogo peresheika [Mineral lakes of the Barguzin-Chivyrkui isthmus]. *Geography and Natural Resources*, 2002, vol. 2, pp. 61-67. (in Russian)

Perelman A.I., Kasimov N.S. *Geokhimiya landshafta* [Landscape geochemistry]. Moscow, Moscow St. Univ. Publ., 1999, 610 p. (in Russian)

*Polevoi opredelitel pochv Rossii* [Field key of soils of Russia]. Moscow, V.V. Dokuchaev Soil Inst. Publ., 2008, 182 p. (in Russian)

Rukhovich D.I., Chernousenko G.I., Kalinina N.V., Simakova M.S., Kulyanitsa A.L. Postroenie karty zasoleniya pochv Barguzinskoj kotloviny na osnove GIS [Mapping of soil salinization in the Barguzin Basin based on GIS]. *Pochvy kholodnykh oblastei: genezis, geografija, ekologiya (k 100-letiyu so dnya rozhd. prof. O.V. Makeeva): Materialy nauch. konf.* [Soils of cold regions: genesis, geography, ecology (on the 100th anniversary of the birth of Prof. O. Makeev): Proc. Sci. Conf., Ulan-Ude, Russia]. Ulan-Ude, 2015, pp. 31-32. (in Russian)

Ubugunov V.L., Tsyrempilov E.G., Ubugunova V.I., Zhambalova A.D. Raznoobrazie pochv, formiruyushchikhsya v usloviyakh blizkozalegayushchei merzloty Barguzinskoj kotloviny [Diversity of soils forming in the near-permafrost conditions of the Barguzin Basin]. *Pochvy kholodnykh oblastei: genezis, geografija, ekologiya (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora O.V. Makeeva): Materialy nauchnoi konferentsii* [Soils of cold regions: genesis, geography, ecology (on the 100th anniversary of the birth of Prof. O. Makeev): Proc. Sci. Conf., Ulan-Ude, Russia]. Ulan-Ude, 2015, pp. 36-37. (in Russian)

Ubugunov V.L., Ubugunova V.I., Tsyrempilov E.G. *Pochvy i formy rel'efa Barguzinskoj kotloviny* [Soils and relief forms of the Barguzin Depression]. Ulan-Ude, Buryat SC SB RAS Publ., 2016, 212 p. (in Russian)

Ubugunov V.L., Khitrov N.B., Ubugunova V.I., Zhambalova A.D., Rupyshev Yu.A., Ayushina T.A., Paramonova A.E., Tsyrempilov E.G., Nasatueva Ts.N. Endogennyi faktor i morfogeneticheskoe stroenie pochv v zone vliyaniya Kuchigerskikh gidroterm (Baikal'skaya riftovaya zona, sever Barguzinskoj kotloviny) [Endogenous factor and morphogenetic structure of soils in the zone affected by Kuchiger hydrotherms (Baikal rift zone, north of the Barguzin Depression)]. *Nature of Inner Asia*, 2018, vol. 4(9), pp. 54-72. (in Russian)

Kabata-Pendias A. *Trace elements in soils and plants*. Taylor and Francis Group Publ., 2011, 505 p.

*Убугунов Василий Леонидович*  
кандидат биологических наук,  
ведущий научный сотрудник  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
Россия, 670037, г. Улан-Удэ,  
ул. Сахьяновой, 6  
e-mail: ubuginovv@mail.ru

*Ubugunov Vasily Leonidovich*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Leading Research Scientist  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670037,  
Russian Federation  
e-mail: ubuginovv@mail.ru

*Убугунова Вера Ивановна*  
доктор биологических наук, профессор,  
ведущий научный сотрудник  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
Россия, 670037, г. Улан-Удэ,  
ул. Сахьяновой, 6  
e-mail: ubuginova57@mail.ru

*Ubugunova Vera Ivanovna*  
Doctor of Sciences (Biology), Professor,  
Leading Research Scientist  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670037,  
Russian Federation  
e-mail: ubuginova@mail.ru

*Жамбалова Анна Дашиевна*  
кандидат биологических наук  
инженер  
Институт общей и экспериментальной  
биологии СО РАН  
Россия, 670037, г. Улан-Удэ,  
ул. Сахьяновой, 6  
e-mail: zhambalova\_ann@mail.ru

*Zhambalova Anna Dashievna*  
Candidate of Sciences (Biology),  
Engineer  
Institute of General and Experimental  
Biology SB RAS  
6, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670037,  
Russian Federation  
e-mail: zhambalova\_ann@mail.ru