



УДК 631.4(571.16)

<https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.52.79>

К оценке экологических условий возделывания перспективных кормовых культур на засоленных каштановых почвах Центрально-Тувинской котловины

Б. В. Санчай-оол¹, С. О. Канзываа¹, О. Г. Лопатовская^{2*}

¹Тувинский государственный университет, г. Кызыл, Россия,

²Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

E-mail: bele.san@mail.ru

Аннотация. Представлены итоги экспериментального исследования условий выращивания кормовых культур в составе сенокосных травостоев на характерных для Центрально-Тувинской котловины (Республика Тыва) засоленных почвах. Описаны результаты испытаний трёх культур для выращивания на участке засоленных каштановых почв близ оз. Дус-Холь (Сватиково). Определены факторы, влияющие на продуктивность агроценозов на засоленных почвах.

Ключевые слова: засоленные почвы, биоценозы, Республика Тыва, озеро Дус-Холь.

Сведения о финансировании. Работа выполнена в рамках госзадания № 075-03-2025-399/4 по теме «Разработка адаптивной технологии возделывания зернобобовых кормовых культур в условиях Республики Тыва».

Для цитирования: Санчай-оол Б. В., Канзываа С. О., Лопатовская О. Г. К оценке экологических условий возделывания перспективных кормовых культур на засоленных каштановых почвах Центрально-Тувинской котловины // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2025. Т. 52. С. 79–86. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.52.79>

Short communication

To Assess the Environmental Conditions for the Cultivation of Prospective Fodder Crops on Saline Chestnut Soils of the Central Tuva Basin

B. V. Sanchay-Ool¹, S. O. Kanzyvaa¹, O. G. Lopatovskaya²

¹Tuva State University, Kyzyl, Russian Federation

²Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The problem of salinization is important for modern land use and requires special attention. On saline soils of Republic of Tyva, the species composition and its productivity is low. Identification of promising fodder crops that can be used for cultivation on saline soils of the republic is relevant. Three fodder crops were used in the field experiment at location on saline soils in the dry-steppe zone of the Central Tuva Basin: sorghum, oat and pea. All three varieties are zoned. The chemical composition of soils on the site near Lake Dus-Khol (Svatikovo) was determined pre-

viously. Phenological observations showed that summers were hot and dry, especially in the first half of the season, then with brief thunderstorms and in August warm and dry. Chestnut saline soils have low fertility, contain easily soluble salts, are characterized by the presence of potassium and sodium ions in the aqueous extract, and have an alkaline reaction of the medium. Biological productivity of dry aboveground mass is low. Humus is weak. In arid conditions of the steppe zone of Tuva, the successful cultivation of seeded perennial grasses is possible only under the condition of irrigation. In years with a favorable moisture content, leguminous plants dominate the seedbed, while in dry years, cereals predominate. The high accuracy of the observations and the homogeneity of the field conditions on the plots is confirmed by the similarity of the results in the repetition. Thus, growing agricultural plants in a continental climate with insufficient rainfall is a serious problem for the republic. The presence of soils containing easily soluble salts in concentrations toxic to plants also significantly affects plant productivity. The development of salinization management and ecosystem restoration is a priority, including the introduction of agronomic practices that contribute to improving soil health and maintaining biological diversity. The most productive on agricultural land in Tuva are cereals that are tolerant of arid conditions.

Keywords: saline soils, biocenoses, Tyva Republic, Dus-Khol Lake.

For citation: Sanchay-Ool B.V., Kanzyvaa S.O., Lopatovskaya O.G. To Assess the Environmental Conditions for the Cultivation of Prospective Fodder Crops on Saline Chestnut Soils of the Central Tuva Basin. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2025, vol. 52, pp. 79-86. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2025.52.79> (in Russian)

Центрально-Тувинская котловина представляет собой крупное межгорное понижение рельефа в верховьях Енисея, ограниченное хребтами Западного и Восточного Саяна, Алтая и Танну-Ола [Шкатаржик, 1993]. Резкие контрасты рельефа, климата, почв, растительности обуславливают разнообразие ландшафтов. Дно котловины занимают сухие и опустыненные степи (годовое количество осадков составляет здесь 200–220 мм). Преимущественно в этих ландшафтах расположены сельскохозяйственные земли Республики Тыва.

Заметным компонентом агроландшафтов территории являются засоленные почвы. Проблема засоления весьма значима для современного землепользования, поскольку имеет прямое влияние на продовольственную безопасность и экологическую стабильность регионов [Лопатовская, Сугаченко, 2010] и требует особого внимания в связи с низкой естественной продуктивностью и выраженными процессами деградации таких почв. Накопленные систематические сведения о засоленных и каштановых почвах Тувы в последние десятилетия активно используются в целях мониторинга влияния климатических изменений и антропогенной нагрузки на динамику их засоления, для оценки степени их деградации и разработки адаптивных систем землепользования [Ондар, 2005; Засоленные ... , 2006; Самбуу, 2015].

Выращивание сельскохозяйственных растений, используемых как кормовые, в условиях континентального климата с недостаточным количеством атмосферных осадков является серьезной проблемой для республики. Считается, что в аридных условиях степной зоны Тувы успешное выращивание сеяных многолетних трав возможно только при условии орошения [Петрук, 2009]. Показано, что в годы с относительно благоприятным количеством влаги в сеянном травостое доминируют бобовые растения, тогда как в засушливые годы преобладают злаковые. В связи с этим, например, для создания сеяного сенокоса в условиях засухи предлагается использовать раннеспелую двухкомпонентную травосмесь, состоящую из эспарцета и кост-

реца безостого, которая отличается высокой продуктивностью [Монгуш, 2018; Питательность ... , 2024].

Условия произрастания на засоленных почвах ещё сильнее снижают продуктивность травянистых кормовых культур. Настоящее сообщение представляет первые результаты работ по оценке условий выращивания кормовых культур, перспективных для возделывания на засоленных почвах Республики Тыва, и выявлению наиболее подходящих из них.

В полевом эксперименте были использованы три кормовые культуры: сорго, горох и овёс. Сорго – культура, наиболее устойчивая к засухе, нетребовательная к почве, переносит засоление, растёт на любых по гранулометрическому составу почвах. В таких условиях рост культуры в первые 30–40 дней после всходов медленный, при засухе листья скручиваются, вторичные корни не образуются, прирост отсутствует. При орошении рост и развитие восстанавливаются. По данным оригинаторов, в аридных условиях Алтайского края сорго вырастает до 2 м высотой и даёт урожайность зелёной массы до 31 т/га [Реализация ... , 2020]. Овёс является самой распространённой злаковой культурой, которую выращивают в Туве. Он даёт хорошие урожаи зелёной массы на всех почвах, в том числе слабозасоленных. Из зернобобовых культур ранее в Туве возделывался горох. В условиях республики урожайность зелёной массы гороха достигала 20,6 т/га, однако на засоленных почвах он не высевался.

Эксперимент проводился на участке с засоленными каштановыми почвами близ солёного озера Дус-Холь (Сватиково) в юго-западной части Тандинского района республики в 48 км от г. Кызыла. На южном и восточном берегах этого водоёма располагаются два крупных минеральных источника, пополняющих его воды. В качестве экспериментальных площадок выбраны участки под хорошо развитой и разнообразной растительностью (рис., а) возле пресных и слабоминерализованных источников [Санчай-Оол, Лопатовская, 2024].



Рис. Участок с засоленными каштановыми почвами близ оз. Дус-Холь (Сватиково) (Республика Тыва): а – участок с естественной растительностью; б – экспериментальные площадки

Каштановые засоленные почвы участка обладают низким плодородием, имеют в своём составе легкорастворимые соли, характеризуются наличием ионов калия и натрия в водной вытяжке, имеют щелочную реакцию среды (рН до 10,2). Биологическая продуктивность сухой надземной массы на территории составляет 8–10 ц/га [Бондарев, Курбатская, Аракчаа, 2011]. Гумусирование незначительное, наибольшая доля гумуса (до 1,67 %) сосредоточена в верхних горизонтах. Обеспеченность биогенными элементами фосфором и калием низкая. Доля щелочногидролизуемого азота, как показатель содержания в почве потенциально доступного для растений азота, низкая (табл. 1).

Таблица 1
Химический состав каштановой засоленной почвы на опытном участке близ оз. Дус-Холь

Глубина горизонта, см	рН	Гумус, %	Фосфор, мг/кг	Калий, мг/кг	Щелочно-гидролизуемый азот, мг/кг	Na ⁺	K ⁺
						(водная вытяжка) мг-экв. /100 г почвы	
0–10	9,1	1,67	11,9±3,6	155±15	49,4±7,4	49,8	18,8
10–20	9,1	1,14	7,71±2,31	116±12	57,6±8,6	49,8	14,7
20–30	10,2	0,63	3,64±1,09	126±13	60,3±9,0	72,2	9,6
30–40	10,1	0,47	3,45±1,03	122±12	103±15	66,2	12,3
40–50	10,1	0,47	3,26±0,98	109±11	69,9±10,5	69,8	3,6
50–60	9,8	0,2	3,20±0,96	97,5±9,7	54,8±8,2	34,8	0,8
60–70	10,0	0,2	3,03±0,91	72,0±7,2	43,9±6,6	32,0	0,6
70–80	10,3	0,33	2,45±0,73	63,0±6,3	96,0±14,4	57,5	2,6
80–90	10,2	0,47	2,02 ±0,60	57,2±5,7	109±16	61,0	1,1

Опыт был заложен в 2024 г. на богарных условиях на девяти экспериментальных участках с площадью 4 м² каждый (см. рис., б). Были высеяны семена сорго сорта СЗ «Атаман», гороха сорта «Руслан», овса сорта «Сельма» (каждая культура на трёх площадках). Все три сорта являются районированными, использован соответствующий агротехническим требованиям кондиционный семенной материал, не требующий дополнительной очистки или пересортировки. Реализована используемая в практике высокая норма посева, экономически оправданная для получения целевой густоты стояния растений (табл. 2).

Таблица 2
Показатели качества семян и норма посева на опытном участке засоленных почв близ оз. Дус-Холь в 2024 г.

Показатель	Культура		
	Сорго СЗ «Атаман»	Горох «Руслан»	Овёс «Сельма»
Масса 1000 семян, г	24,3	243,1	36,7
Чистота семян, %	99,0	98,0	98,5
Всхожесть, %	98	96	70
Посевная годность, %	97,0	94,1	68,9
Норма посева, кг/га	25	258	160

Лето 2024 г. в целом оказалось типичным для региона: тёплым и сухим, особенно в первую половину сезона, с кратковременными грозовыми ливнями преимущественно в июле (табл. 3).

Таблица 3

Погодные данные за летний период 2024 г. в Тандинском районе Республики Тува

Показатель	Июнь	Июль	Август	Среднее/Сумма
Средняя температура, °С	16,5	20,0	17,0	18,2
Отклонение от нормы	1,2	1,8	1,5	1,5
Макс. температура днём, °С	28	32	29	29,6
Мин. температура ночью, °С	5	9	6	6,6
Количество осадков, мм	45	60	40	145

Результаты опыта показали, что горох на засоленных почвах экспериментальных участков не взошёл, тогда как сорго и овёс показали удовлетворительную всхожесть и развитие (табл. 4).

Таблица 4

Фенологические фазы развития культур
на опытном участке засоленных почв близ оз. Дус-Холь в 2024 г.

Культура	Повторность	Дата посева	Дата появления всходов	Дата появления третьего листа	Кущение	Выход в трубку	Вымётывание метёлки	Достижение восковой спелости
Сорго	I	07.06	13.06	23.06	11.07	28.07	10.08	15.09
	II	07.06	13.06	25.06	11.07	28.07	10.08	16.09
	III	07.06	13.06	24.06	11.07	28.07	10.08	15.09
Овёс	I	07.06	13.06	23.06	16.07	03.08	19.08	21.09
	II	07.06	13.06	24.06	17.07	04.08	19.08	20.09
	III	07.06	13.06	23.06	16.07	03.08	19.08	20.09

Одинаковые сроки прорастания и равномерное развитие всходов обеих культур на всех опытных площадках свидетельствовали о хорошем качестве проведения посевных работ, равномерной заделке семян и хорошей выравненности участка. На ранних стадиях развития (появление всходов, выход третьего листа) сорго и овёс развивались практически синхронно (см. табл. 4). Однако позднее интенсивность начального роста и темпы формирования вегетативной массы у сорго заметно возросли. Фаза кущения у овса наступила на пять дней позже, а в середине вегетации в фазе выхода в трубку расхождение оказалось ещё более значимым: у овса она началась на шесть дней позже, чем у сорго. Начало репродуктивного развития (фаза вымётывания метёлки) у овса также наступила значительно (на девять дней) позже. При этом, несмотря на заметную разницу в темпах прохождения ключевых фаз развития, овёс достиг восковой спелости только на пять дней позже сорго. Очевидно, возросшее количество осадков во второй половине сезона благоприятно повлияло на протекание начальных фаз созревания зерна у овса.

В посевах сорго представлено довольно равномерное распределение растений по высотным группам с преобладанием низкорослых (44–47 % высотой до 10 см) растений и значительной долей растений средней высоты (30–34 % высотой 10–30 см) (табл. 5). Овёс характеризуется выраженным доминированием низкорослых растений (53–63 % высотой до 10 см), что может указывать на возможное угнетающее влияние неблагоприятных факторов, поскольку действие других возможных причин (более ранние сроки посева, замедленные темпы начального роста) в эксперименте не отмечено.

Таблица 5

Структура урожая зелёной массы кормовых культур
на опытном участке засоленных почв близ оз. Дус-Холь в 2024 г.

Культура	Повтор-ность	Число всхожих семян	Число развивающихся растений	Показатель всхожести, %	Высота растений, шт. (%)		
					до 10 см	10–30 см	30–70 см
Сорго	I	412	376	91,3	165 (44)	128 (34)	83 (22)
	II	412	325	78,9	152 (47)	110 (34)	63 (19)
	III	412	344	83,5	154 (45)	103 (30)	87 (25)
Овес	I	1717	1132	65,9	713 (63)	283 (25)	136 (12)
	II	1717	1246	72,6	660 (53)	348 (28)	238 (19)
	III	1717	1373	80,0	782 (57)	356 (26)	947 (17)

Достаточная точность проведённых наблюдений и однородность полевых условий на делянках подтверждаются сходством результатов в повторностях. Различия между группами статистически незначимы (коэффициент вариации для сорго – 6,04 %, для овса – 7,89 %).

Результаты эксперимента показали, что злаковые культуры, толерантные к засушливым условиям, являются наиболее продуктивными на засоленных сельскохозяйственных землях в условиях континентального климата с недостаточным количеством атмосферных осадков. Использование посевных площадей с почвами, имеющими в своём составе легкорастворимые соли в концентрациях, токсичных для растений, значительно влияет на продуктивность растений. Разработка методов управления засолением и восстановления экосистем является приоритетной задачей, включающей внедрение агрономических практик, способствующих улучшению состояния почвы и поддержанию биологического разнообразия.

Список литературы

Бондарев А. И., Курбатская С. С., Аракчаа Л. К. Рекомендации по адаптации сельского хозяйства Республики Тыва к изменению климата. М. : Всемир. фонд дикой природы (WWF), 2011. 70 с.

Засоленные почвы России / ред.: Л. Л. Шишов, Е. И. Панкова. М. : Академкнига, 2006. 854 с.

Лопатовская О. Г., Сугаченко А. А. Мелиорация почв. Засоленные почвы. Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. 101 с.

Монгуш Л. Т. Продуктивность и изменение ботанического состава многолетних бобово-злаковых травосмесей // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. 2018. № 3(39). С. 53–57.

Ондар С. О. Почвы Тувы и их рациональное использование. Кызыл : Изд-во ТуВИКОПР СО РАН, 2005. 200 с.

Петрук В. А. Сравнительная характеристика химического состава и продуктивности семян многолетних трав в степной зоне Тывы и лесостепи Новосибирской области // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. 2009. № 1(9). С. 5–9.

Питательность сена естественных кормовых угодий Республики Тыва / С. О. Канзываа, Н. Д. Чадамба, С. Д. Монгуш, Р. Ш. Иргит, Э. А. Куулар, А. Ю. Тюлюш // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2024. № 6(110). С. 48–55.

Реализация продуктивного потенциала различными по скороспелости сортообразцами сорговых культур в условиях Алтайского края / Е. Р. Шукис, А. Б. Володин, С. К. Шукис,

А. П. Дробышев // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 5(187). С. 69–77.

Самбуу А. Д. Засолённые почвы межгорных котловин Южной Сибири (на примере Тувы и Хакасии) : автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 2015. 42 с.

Санчай-Оол Б. В., Лопатовская О. Г. Современное состояние почв около минеральных источников Республики Тыва // Инновационные технологии как фактор развития : материалы науч.-практ. конф. Уфа : Изд-во БашГАУ, 2024. С. 321–324.

Шкатаржик К. А. География Республики Тува. Кызыл : Тувин. кн. изд-во, 1993. 128 с.

References

Bondarev A.I., Kurbatskaya S.S., Arakchaa L.K. *Rekomendatsii po adaptatsii sel'skogo khozyaistva Respubliki Tyva k izmeneniyu klimata* [Recommendations for adapting agriculture in the Republic of Tyva to climate change]. Moscow, WWF Publ., 2011, 70 p. (in Russian)

Zasolennyye pochvy Rossii [Saline soils of Russia]. Eds. Shishov L.L., Pankova E.I. Moscow, Akademkniga Publ., 2006, 854 p. (in Russian)

Lopatovskaya O. G., Sugachenko A. A. *Melioratsia pochv. Zasolennyye pochvy* [Soil reclamation. Saline soils]. Irkutsk, Irkutsk St. Univ. Publ., 2010, 101 p. (in Russian)

Mongush L. T. Produktivnost' i izmenenie botanicheskogo sostava mnogoletnikh bobovo-zlakovykh travosmesei [Productivity and changes in the botanical composition of perennial legume-cereal grass mixtures]. *Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev*, 2018, no. 3(39), pp. 53–57. (in Russian)

Ondar S.O. *Pochvy Tuvy i ikh ratsional'noe ispol'zovanie* [Soils of Tuva and their rational use]. Kyzyl, TuvIKOPR SB RAS Publ., 2005. 200 p. (in Russian)

Petruk V. A. Sravnitel'naya kharakteristika khimicheskogo sostava i produktivnosti seyanykh mnogoletnikh trav v stepnoi zone Tyvy i lesostepi Novosibirskoi oblasti [Comparative characteristics of the chemical composition and productivity of sown perennial grasses in the steppe zone of Tuva and the forest-steppe of the Novosibirsk region]. *Bulletin of Novosibirsk State Agrarian University*, 2009, no. 1(9), pp. 5–9. (in Russian)

Kanzyvaa S.O., Chadamba N.D., Mongush S.D., Irgit Sh.A., Kuular E.A., Tulush A.Ju. Pitatel'nost' sena estestvennykh kormovykh ugodii Respubliki Tyva [Nutritional value of hay from natural fodder lands of the Republic of Tyva]. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2024, no. 6(110), pp. 48–55. (in Russian)

Shukis E.R., Volodin A.B., Shukis S.K., Drobyshev A.P. Realizatsiya produktivnogo potentsiala razlichnymi po skorospelosti sortoobraztsami sorgovykh kul'tur v usloviyakh Altaiskogo kraya [Realization of the productive potential of sorghum crop candidate varieties of different ripening duration under the conditions of the Altai region]. *Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2020, no. 5(187), pp. 69–77. (in Russian)

Sambuu A.D. *Zasolennyye pochvy mezhgornykh kotlovin Yuzhnoi Sibiri (na primere Tuvy i Khakasii)* [Saline soils of the intermountain basins of Southern Siberia: Candidate in Agricultural Sciences dissertation abstract]. Novosibirsk, 2015, 42 p.

Sanchay-Ool B.V., Lopatovskaya O. G. Sovremennoe sostoyanie pochv okolo mineralnykh istochnikov Respubliki Tyva [Current state of soils near mineral springs in the Republic of Tyva]. *Innovatsionnye tekhnologii kak faktor razvitiya* [Innovative technologies as a factor of development: Proc. Sci. Conf. Ufa, Russia]. Ufa, Bashkir St. Agr. Univ. Publ., 2024, pp. 321–324.

Shkatarchik K.A. *Geografiya Respubliki Tuva* [Geography of Tuva Republic]. Kyzyl, Tuvinskoe knizhnoe izdatelstvo Publ., 1993, 128 p.

Сведения об авторах

Санчай-оол Белек-кыс Владимировна
аспирант

Тувинский государственный университет
Россия, 667010, г. Кызыл, ул. Монгуш Сага, 9
e-mail: bele.san@mail.ru

Information about the authors

Sanchai-ool Belek-kis Vladimirovna
Postgraduate

Tuva State University
9, Mongush Sata st., Kyzyl, 667010,
Russian Federation
e-mail: bele.san@mail.ru

Канзываа Светлана Отук-ооловна*доцент**Тувинский государственный университет**Россия, 667010, Республика Тыва, г. Кызыл,**ул. Монгуш Сата, 9**e-mail: kanzyvaa73@mail.ru***Kanzyvaa Svetlana Otuk-oolovna***Associate Professor**Tuva State University**9, Mongush Sata st., Kyzyl, 667010,**Russian Federation**e-mail: kanzyvaa73@mail.ru***Лопатовская Ольга Геннадьевна***доктор биологических наук, профессор**Иркутский государственный университет**Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1**e-mail: lopatovs@gmail.com***Lopatovskaya Olga Gennagievna***Doctor of Science (Biology), Professor,**Irkutsk State University**1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,**Russian Federation**e-mail: lopatovs@gmail.com*

Статья поступила в редакцию **06.04.2025**; одобрена после рецензирования **30.04.2025**; принята к публикации **22.05.2025**
Submitted **April, 06, 2025**; approved after reviewing **April, 30, 2025**; accepted for publication **May, 22, 2025**