АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2019, том 25, № 4 (81), с. 82-91

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.411 (571.54)

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ГУМУСОВЫХ ГОРИЗОНТОВ АРИДНЫХ ПОЧВ БАРГУЗИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ[1]

© 2019 г. В.И. Убугунова*, П.Д. Гунин, В.Л. Убугунов*, Е.Н. Алескерова***, С.Н. Бажа**, Т.А. Аюшина***

**Институт общей и экспериментальной биологии Сибирского отделения РАН*
Россия, 670047, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, д. 6. E-mail: ubugunova57@mail.ru
***Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН*
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский просп., д. 33
****Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова*
Россия, 670024, г. Улан-Удэ, ул. Пушкина, д. 8

Поступила в редакцию 08.04.2018. После доработки 08.05.2019. Принята к публикации 08.05.2019.

Изучены различные типы аридных почв, формирующиеся в условиях экстраконтинентального климата на северной границе распространения центральноазиатских степей. В статье представлены результаты изучения поверхностных горизонтов степных почв и почв контактной зоны леса и степи по цветовым характеристикам и гумусному состоянию. По шкале Манселла и цветовой гамме в системе CIE–L*a*b* установлено преобладание криогумусовой аккумуляции в почвах степных экосистем и светлогумусовой в контактной зоне. Диагностическим параметром может служить соотношение лабильных и биоинертных фракций гумусовых соединений. Проведен кластерный анализ гумусовых горизонтов почв по 25 показателям. Первый кластер объединяет степные почвы с криогумусовой аккумуляцией, второй – со светлогумусовой. Почвы с профилем АК–ВСА–Сса классифицированы нами на данном этапе исследований как криогумусовые почвы. Полученные материалы послужат в качестве основы для уточнения классификационного положения криоаридных почв.

Ключевые слова: почва, гумус, аккумуляция, цветовые характеристики, фракционный состав.
DOI: 10.24411/1993-3916-2019-10076

В экстраконтинентальных холодных аридных ландшафтах Северо-Восточной Азии (Яно-Колымская складчатая система, Центрально-Якутская депрессия, горные системы юга Сибири и Монголии) и на севере Центральной (высокие нагорья Центрального Тянь-Шаня) развиты своеобразные сухостепные почвы «каштановидного» облика, занимающие только в пределах границ бывшего СССР свыше 6.5 млн. га (Волковинцер, 1978). Эти почвы с аридным трендом почвообразования ранее были описаны на огромных пространствах от тундр до сухих степей в качестве мелкоареальных, приуроченных к теплым позициям южных склонов со степной растительностью (Быстряков, Кулинская, 1980; Пустовойтов, Таргульян, 1996; Бронникова и др., 2017; Убугунов и др., 2016; Pustovoytov, 1998, 2002). Ярко выраженная специфика почв «каштановидного» облика островных северных степей, отсутствие аналогии с одноименными почвами Европейской части России и Средней Сибири послужили основанием для выделения почв ультраконтинентальных холодных влагодефицитных районов криоксерофитных степей в тип криоаридных почв (Волковинцер, 1978). Это положение нашло свое отражение в «Классификации и диагностике почв России» (2004). По системе World Reference Base for Soil Resources (2015) криоаридные

[1] Работа выполнена по темам НИР ИОЭБ СО РАН «Эволюция, функционирование и эколого-биогеохимическая роль почв Байкальского региона в условиях аридизации и опустынивания, разработка методов управления их продукционными процессами» (Госзадание № АААА-А17-117011810038-7); «Структура разнообразия растительного покрова и ресурсный потенциал модельных видов растений в Байкальском регионе» (Госзадание № АААА-А17-117011810036-3) и при поддержке гранта РФФИ № 17-29-05019 «Деградация ландшафтов в Байкальском регионе».

почвы классифицированы как Calcic Cambisoil Eutric, что отражает ее ксероморфность, но не отражает специфики, связанной с холодом (Путеводитель ..., 2015).

Одним из важнейших показателей химического состава и морфологического строения является цвет почв и особенности аккумуляций гумусовых соединений. В настоящее время именно эти показатели используются при диагностике генетических горизонтов почв, почвенных типов и подтипов как в отечественных (Классификация …, 2004; Полевой …, 2008), так и в зарубежных классификациях (World Reference …, 2015). Цвет почв указывает на содержание гумуса, некоторых соединений железа, карбонатов, сульфатов, хлоридов, позволяет оценивать масштабы засоления почв, их загрязнения нефтью, степень повреждения (Орлов, 1977; Водяницкий, Шишов, 2006). Гумусовые соединения играют особую роль в генезисе и плодородии почв, поддерживают его устойчивость и динамическое равновесие, являясь основным звеном в почвенной экосистеме (Орлов, 1990).

Цель проведенных исследований – сопряженное изучение цветовых характеристик и гумусного состояния поверхностных горизонтов различных типов аридных почв, формирующихся в условиях экстраконтинентального климата на северной границе распространения центральноазиатских степей, уточнение их генезиса и классификационного положения.

Материалы и методы исследования

Полевые исследования проводились в 2009-2018 гг. в Баргузинской котловине, являющейся крупнейшей впадиной северного крыла Байкальской рифтовой зоны (рис. 1, табл. 1). Геоморфологическое строение котловины состоит из предгорных наклонных равнин, комплекса широких аллювиальных террас и пойм, а также степных плосковершинных возвышенностей. Почвообразующие породы предгорной наклонной равнины Баргузинского и Улюнского хребтов представлены делювиально-элювиальными отложениями щелочных гранитов Ангаро-Витимского батолита. На предгорной равнине Икатского хребта в урочище «Ининская степь» распространены моренные отложения. Степные плосковершинные возвышенности сложены мощной толщей кварц-полевошпатовых полимиктовых песков (Убугунов и др., 2016).

Рис. 1. Область почвенных исследований и географическое положение разрезов.

Климат территории исследования резко континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет -2.3°С. Для этой территории характерна большая амплитуда абсолютных температур

воздуха в течение года (90°С).

Значение максимальной температуры летнего периода составляет 38°С, а минимальной зимней – -52°С, продолжительность безморозного периода в центральной части впадины – всего 110-113 дней, суммы активных температур воздуха за период с устойчивой среднесуточной температурой воздуха выше 10°С, которая обеспечивает наиболее интенсивную вегетацию растений, составляет от 1600° до 1810°С. Особенностью климата межгорной котловины является незначительное количество осадков – 196- 327 мм. По количеству эффективных осадков климат может классифицироваться от аридного, в мае, до семиаридного в июне и умеренно аридного в августе (Убугунов и др., 2017). Сухость весенних месяцев усугубляется сильными ветрами.

Таблица 1. Характеристика изученных участков степей и контактной зоны леса и степи.

№	Высота, м н.у.м. БС	Георафические координаты	Рельеф, почвообразующие породы
Степи			
8 М	495 м	53° 44’ 26.2” с.ш., 110° 08’ 33.2” в.д	Нижняя часть Ининского конуса выноса, предгорья Икатского хребта; гравийно-щебнисто-галечные моренные отложения
ТИ 9	508 м	53° 50’ 57.0” с.ш., 109° 56’ 14.9” в.д	Покатый склон юго-восточной экспозиции северной части Улюнского хребта; элюво-делювий гранитов
ВКС 1	524 м	54° 24’ 25.0” с.ш., 110° 27’ 38.9” в.д	Слабонаклонная равнина со слабо выраженным древнедюнным рельефом урочища Верхнего куйтуна; древнеэоловые песчаные отложения
ВК 5	600 м	54° 08’ 11.6” с.ш., 110° 28’ 40.3” в.д	Средняя часть склона урочища Верхнего куйтуна с древнеэолово-терассированным пологоволнистым слаборасчлененным рельефом; древнеэоловые песчаные отложения
ВК 1	688 м	54° 07’ 45.6” с.ш., 110° 29’ 26.3” в.д	Верхняя часть песчаного массива урочища Верхнего куйтуна; древнеэоловые песчаные отложения
Остепненные сосновые леса			
ВКС 16	635 м	54° 20’ 07.3” с.ш., 110° 37’ 08.3” в.д	Пологий склон повышенной равнины урочища Верхнего куйтуна; древнеэоловые песчаные отложения
ВКС 17	656 м	54° 19’ 28.3” с.ш., 110° 37’ 11.6” в.д	Слабонаклонная равнина урочища Верхнего куйтуна; древнеэоловые песчаные отложения
ВКС 21	662 м	54° 19’ 32.2” с.ш., 110° 38’ 55.0” в.д	Дно ложбины на повышенной равнине урочища Верхнего куйтуна; древнеэоловые песчаные отложения

На предгорных наклонных равнинах Баргузинского, Улюнского и Икатского хребтов и песчаных возвышенностях днища котловины (490-800 м н.у.м. БС) характерно сочетание степей и остепненных лесов, которые имеют резкие переходы. Степные сообщества занимают около трети площади котловины и имеют прерывистый островной ареал распространения. Самые крупные массивы расположены на обширных песчаных возвышенностях – урочища «Верхний куйтун» и «Нижний куйтун», по 30 тыс. га каждый. Степные участки приурочены также к низкогорной части котловины и длинными лентами тянутся по нижним частям южных каменистых склонов (600-800 м н.у.м. БС) вглубь Баргузинского и Икатского хребтов (Кривобоков, Назимова, 2011). Характерная особенность степей – преобладание во флоре видов криоксерофильного перигляциального комплекса (Рещиков, Богданова, 1968).

Объектом исследований явились почвы степных участков Улюнского хребта, предгорных равнин Икатского хребта и песчаных возвышенностей. Для сравнения изучались почвы контактной зоны леса и степи (рис. 1, табл. 1). В процессе работы применялись сравнительно-географический, морфологический, аналитический, статистический методы. Анализ физико-химических и химических

свойств почв проведен стандартными общепринятыми методами: содержание органического углерода определяли методом Тюрина; общего азота – по Кьельдалю; емкости катионного обмена – по Бобко-Аскинази; гранулометрический состав – по Качинскому, фракционный состав гумуса по Пономаревой-Плотниковой (Агрохимические …, 1975; Методы …, 1977; Практикум …, 1987). Диагностика и классификация почв проведена по работам: «Классификациz и диагностикf почв России» (2004) и «Полевой определитель почв России» (2008).

Цветовая характеристика почвенных горизонтов анализировалась различными методами. По оптической системе Манселла (Цветовая …, 2018) определялся тон (H), осветлённость (V) и насыщенность цвета (C). Для преобразования цветового описания в математические показатели использовалась система CIE-L*a*b*, которая помогает разграничить влияние гумуса или минералов железа на цветовые характеристики горизонтов почв и объективизирует решение классификационных задач (Водяницкий, Кириллова, 2016а, 2016б; Viscarra Rossel, 2016). Показатель L* осветлённость обратно зависит от содержания в почве темного пигмента – гумуса, значения показателя a* (красноты) прямо пропорциональны содержанию красноцветного пигмента гематита αFe2O3, а значения показателя b* (желтизны) – содержанию в почве желтоцветного пигмента гетита αFeOOH (Водяницкий, 2016б). Алгоритмы перевода данных по шкале Манселла в систему распознавания цвета CIE–L*a*b* были осуществлены в программе Munsell Conversion Version 12.18.5f (Цвет в промышленности, 2002).

Изученные гумусовые горизонты почв были классифицированы кластерным анализом по массиву данных, состоящему из 25 параметров (физико-химические свойства, цвет по шкале Манселла, системе CIE-L*a*b*, фракционный состав и т.д.). Для построения дендрограмм сходства использовались программы Microsoft Excel 2016 и Statistica ver. 10.

Результаты и их обсуждение

Изученные почвы формируются либо на элюво-делювии щелочных гранитов А-типа Ангаро-Витимского батолита, либо на песках. По цветовой гамме породы имеют по шкале Манселла окраску 10YR, осветлённость 6, насыщенность 2. В них преобладают средне- и мелкопесчаные фракции. Реакция среды в породах щелочная и сильно щелочная (8.8±0.04). Содержание гумуса не более 0.20%. Количество CO_2 в песках Баргузинской котловины колеблется в пределах 0.09-3.28%. Породы не засолены, среднее содержание легкорастворимых солей составляет всего 0.07 % (табл. 2).

Таблица 2. Характеристика цвета почвообразующего песка (C), аккумулятивно-карбонатного (BCA) и палево-метаморфического (BPL) горизонтов по шкале Манселла и системе CIE-L*a*b*.

Почвенный горизонт	Шкала Манселла			Система CIE-L*a*b*		
	Тон (H)	Осветлённость (V)	Насыщенность (C)	L*	a*	b*
BPL	10 YR	4	3	41.2	5.6	19.4
BCA	10 YR	6	2-3	61.7	2.9-4.4	13.1-19.1
C	10 YR	6	2	61.7	2.9	13.1

В изученных почвах по морфологическому строению и вещественному составу диагностируются аккумулятивно-карбонатный (BCA) и палево-метаморфический (BPL) горизонты. Горизонт BCA имеет светло-буровато-серый цвет (H=10 YR, V=6, C=2-3), в нем выражена дисперсно-карбонатная форма аккумуляции педогенных карбонатных образований. Метаморфические процессы на легких по гранулометрическому составу почвах в условиях экстраконтинентального климата с коротким периодом оптимальных гидротермических условий коренным образом отличаются от условий, в которых развиваются классические каштановые почвы. В изученных почвах отсутствуют ксерометаморфические (BMK) и структурно-метаморфические (BM) горизонты. Проявление процессов метаморфизации больше всего соответствует палевому метаморфизму (BPL). По цветовой гамме этот горизонт имеет окраску бледно-буровато-палевого цвета (H=10 YR, V=4, C=3; табл. 2), бесструктурный, не вскипает от HCl, имеет нейтральную или слабощелочную среду.

Наибольшую сложность представляет диагностика верхних гумусовых горизонтов изученных почв. Они преимущественно связнопесчаные и легкосуглинистые. Реакция среды чаще всего

слабощелочная, карбонаты отсутствуют, содержание гумуса изменяется от низкого до среднего (табл. 3).

Цвет поверхностных горизонтов степных почв, формирующихся на щебнистом субстрате, имеет красновато-бурые и каштановые тона (H=7.5 YR, V=3, C=2-4). В почвах настоящих степей и почвах остепненных сосняков цвет горизонта от темно-серовато-бурого до темно-бурого (H=10 YR, V=3, C=2-3; табл. 4). По оптической системе CIE-L*a*b*, осветлённость (L*), отражающая влияние гумуса на цвет, в поверхностных горизонтах всех изученных почв, одинакова (30.8). Диапазон варьирования желтизны (b*) изменяется от 12.2 до 21.9, а красноты (a*) – от 3.9 до 10. Это показывает, что окраску горизонтов определяют именно различные соединения железа. Красноватые цвета связаны с устойчивыми соединениями гематита (Водяницкий, Кириллова, 2016а), а красновато-бурые и каштановые цвета идентифицируют криогумусовую аккумуляцию (Почвообразовательные процессы, 2006). В почвах настоящих степей и остепненных сосняков показатели красноты и желтизны имеют близкие значения.

Таблица 3. Некоторые свойства поверхностных гумусовых горизонтов почв степей и остепненных сосняков Баргузинской котловины.

Растительность	**Степи**					**Остепненные сосняки**		
Почвы	**Номера почвенных разрезов**							
	8М	**ТИ9**	**ВКС1**	**ВК5**	**ВК1**	**ВКС16**	**ВСК17**	**ВКС21**
Химические характеристики	**Глубина гумусового горизонта, см**							
	0-20	**0-21**	**0-18 (20)**	**0-18 (34)**	**0-14 (23)**	**0-6 (13)**	**0-6 (8)**	**0-5 (9)**
$pH_{водн.}$	7.5	7.1	7.3	7.2	7.2	7.3	7.2	6.6
Гумус, %	2.34	1.76	1.55	1.95	1.64	2.14	4.64	3.71
N, %	0.25	0.08	0.21	0.22	0.18	0.31	0.56	0.34
Размер физических частиц, мм	**Гранулометрический состав гумусовых горизонтов, %**							
1-0.25	21	15	22	25	40	10	11	4
0.25-0.05	41	29	51	29	15	55	39	32
0.05-0.01	29	41	21	32	19	28	40	53
<0.01	9	15	6	14	26	7	10	11

Таблица 4. Характеристика цвета гумусовых горизонтов по шкале Манселла и системе CIE-L*a*b*.

№ почвенных разрезов	**Шкала Манселла**			**СистемаCIE-L*a*b***		
	тон	**осветлённость**	**насыщенность**	**L***	**a***	**b***
Криогумусовый горизонт (АК), степи						
8М	7.5 YR	3	3	30.8	8.5	16.3
ТИ9	7.5 YR	3	4	30.8	10.8	21.9
ВКС1	7.5 YR	3	2	30.8	6.0	11.2
ВК5	10 YR	3	3	30.8	5.8	17.8
ВК1	10 YR	3	3	30.8	5.8	17.8
Светлогумусовый горизонт (AJ), остепненные сосновые леса						
ВКС16	10 YR	3	3	30.8	5.8	17.8
ВКС17	10 YR	3	2	30.8	3.9	12.2
ВКС21	10 YR	3	3	30.8	5.8	17.8

Для дальнейшей детализации диагностических параметров были использованы количественно-качественные характеристики гумуса: содержание, профильное распределение, групповой и фракционный состав. Эти диагностические признаки генетически устойчивы и тесно связаны с

типами и подтипами почв.

Криогумусовый горизонт (АК) имеет низкое содержание гумуса гуматно-фульватного типа. Гумус находится преимущественно в инертной форме (рис. 2). Количество нерастворимого остатка и фракций, связанных с устойчивыми полуторными окислами и глинистыми минералами (ГК3, ФК3) превышает 60%, стабильного гумуса (ГК2, ФК3) в среднем составляет 23%, содержание лабильных форм (ГК1, ФК1а, ФК1) изменяется в диапазоне от 6 до 17%. В изученных почвах доминирует вторая и третья фракции гуминовых кислот и вторая фракция фульвокислот. Подвижных новообразованных фракций гуминовых кислот содержится мало, что показывает на преобладание процессов полимеризации гумусовых структур и их конденсированность (рис 2, 3).

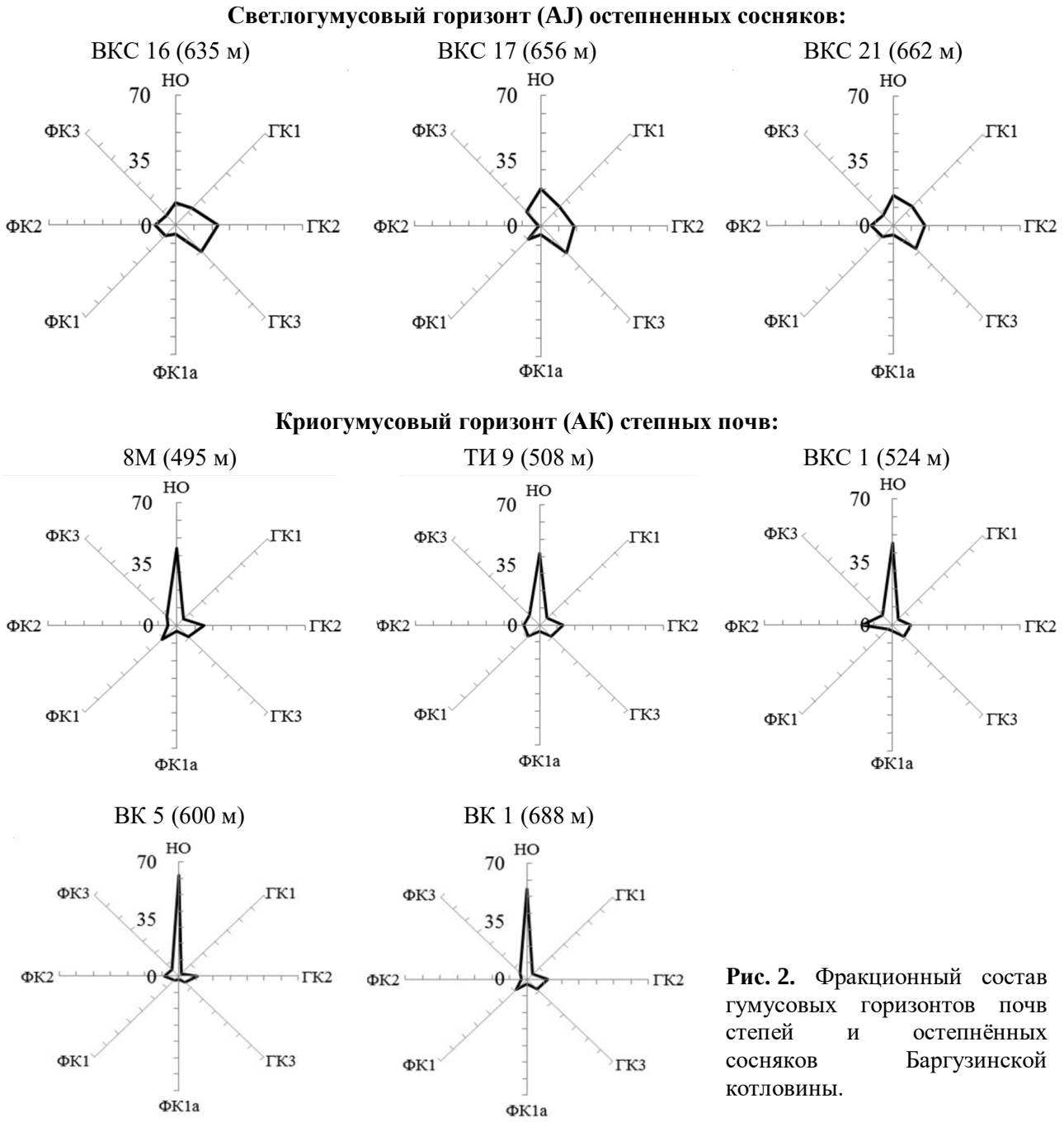

Рис. 2. Фракционный состав гумусовых горизонтов почв степей и остепнённых сосняков Баргузинской котловины.

Светлогумусовые горизонты почв остепнённых сосняков содержат среднее количество гумуса гуматно-фульватного типа. Они характеризуются повышенным содержанием лабильных фракций

гумуса (26-29%), особенно бурых гуминовых кислот (13-15%) и невысокими значения нерастворимого остатка (40-51%). Такие показатели фракционного состава гумуса отражают процессы достаточно активного современного гумусообразования, происходящие в горизонтах AJ. По фракционному составу (рис. 2) и соотношению лабильных (подвижных) и стабильных форм (рис. 3) достаточно четко разграничились области степных криоаридных почв с горизонтом (AK) и палевых почв контактной зоны со светлогумусовой аккумуляцией (AJ).

Кластерный анализ по 25 показателям (физико-химические свойства, цвет по шкале Манселла, системе CIE-L*a*b*, фракционный состав и т.д.) выявил наличие двух кластеров (рис. 4).

На низком уровне пороговых расстояний разграничиваются криогумусовые горизонты (8М, ТИ 9, ВКС 1) почв горных степей (рис. 4). К данному кластеру примыкают и гумусовые горизонты почв настоящих степей (ВК 5 и ВК 1). Вторую типологическую группу формируют светлогумусовые горизонты почв сосняков (ВКС 16, ВКС 17, ВКС 21).

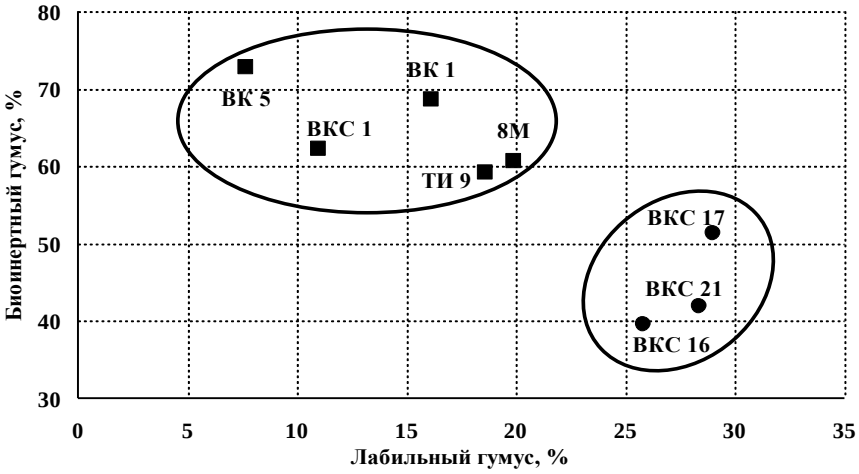

Рис. 3. Отношение лабильного (подвижного) гумуса к биоинертному в поверхностных горизонтах почв степей (■) и остепненных сосняков (●) Баргузинской котловины.

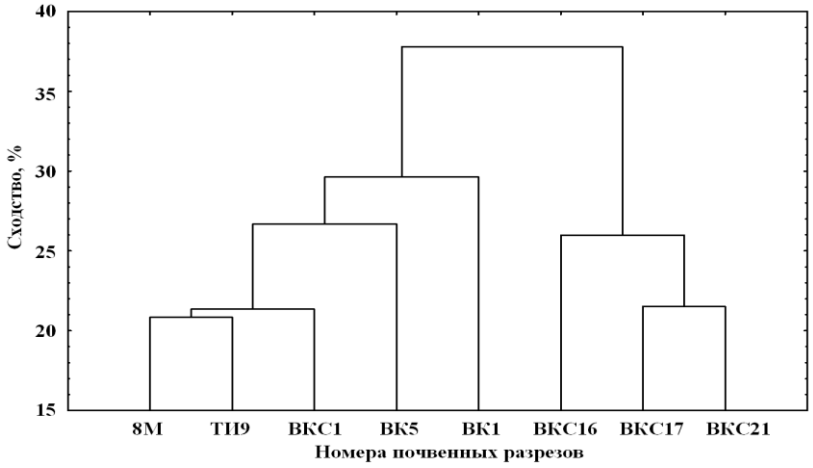

Рис. 4. Дендрограмма сходства гумусовых горизонтов аридных почв.

Самый крупный форпост северных степей, изолированный от основного их ареала, расположен в Баргузинской котловине. От современных аридных территорий в меридиональном направлении удален почти на 1.3-1.5 тыс. км на север.

Н.А. Ногина (1956) относит «каштановидные» почвы этой территории к своеобразным провинциальным каштановым, В.И. Волковинцер (1978) – к особым степным криоаридным, Г.Ф. Копосов (1983), А.А. Гладков (1985) – к каштановым много-, средне- и малогумусным,

Ц.Ц. Цыбикдоржиев и Ц.Х. Цыбжитов (1999) – к каштановым эологенным, В.Л. Убугунов с соавторами (2016) – к псаммоземам и светлогумусовым. До настоящего времени классификационное положение почв островных северных степей, формирующихся в окружении горных систем таежной зоны, очень противоречиво.

Многолетние почвенно-географические исследования (2009-2018 гг.) в северных степях выявили отличие морфологического строения и вещественного состава криоаридных почв от каштановых почв как европейской части страны, так и Забайкалья. Проведенными исследованиями проверялась гипотеза о доминировании криогумусовой аккумуляции в почвах северных островных степей.

Климат Баргузинской котловины имеет ярко выраженные своеобразные факторы формирования. Особенностью климата является аномальная холодность (Баженова, 2018), показатели континентальности варьируют от 71-79 до 95 (Баженова и др., 1999; Билтуева, 2004). Индекс аридности территории равняется 0.7-0.9. Такое экстремальное сочетание тепла и влаги создает условия для господства криоксерофитного и ксерофитного растительного покрова. В ареологическом составе степей преобладают виды евроазиатского (22%), североазиатского (16%), общеазиатского (17%) происхождения. По сравнению с южными степями Западного Забайкалья и Сибири в северных степях отмечается высокое долевое участие видов циркумполярного и североазиатского происхождений. Особенностью северных островных степей, является их изоляция от основных массивов степей и окружение лесами, что находит свое отражение в поясно-зональном составе степных сообществ. Степных видов насчитывается 33%, лесостепных – 30% и горностепных – 17% (Меркушева и др., 2012).

В изолированных от основного ареала баргузинских степях формируются почвы, гумусовые горизонты которых имеют бурые и красновато-бурые тона окраски, отличающие их от других гумусовых аккумуляций серого тона различной интенсивности. Определяющая роль в пигментировании гумусового горизонта принадлежит соединениям железа (a*b*), а не гумусовым (L*) соединенпиям.

Экстремальная континентальность климата является определяющим фактором гумусообразования, при котором формируются гуминовые кислоты упрощенного строения (C/H=0.93-0.96) с низким показателем степени ароматичности (CA=21-22; Кленов, Чимитдоржиева, 2011). Содержание и тип гумуса для территорий с холодным и сухим климатом, как известно, не обладают высокой диагностической значимостью (Кузьмин, Чернегова, 1981). По фракционному составу и соотношению лабильных и стабильных форм в изученных почвах достаточно четко разграничились области степных и лесостепных почв.

Изучение цветовых характеристик и гумусного состояния поверхностных горизонтов различных типов аридных почв на северной границе центральноазиатских степей позволило уточнить классификационное положение почв северных островных степей. Система генетических горизонтов изученных почв имеет следующее морфологическое строение: AK–BPL–BCA–Cca (иногда AK–BCA–Cca), AKaj(AJak)–BPL–BCA–Cca, AJ–BPL–BCA–Cca (рис. 5). По «Классификации и диагностике почв России» (2004) они все относятся к постлитогенному стволу, отделу палево-метаморфических почв, криоаридному и палевому типам. На подтиповом уровне можно отразить свойства почв настоящих степей, которые по шкале Манселла и системе CIE-L*a*b* близки к палевым, а по фракционному составу и вещественному составу – к криоаридным. Почв с морфологическим профилем AK–BCA–Cca нет в классификации России. На данном этапе исследований мы предлагаем их классифицировать как криогумусовые (табл. 5, рис. 5).

Заключение

Почвы, формирующиеся в условиях экстраконтинентального климата на северной границе распространения центральноазиатских степей, имеют существенное отличие от классических каштановых почв по типу метаморфизма минеральной массы, процессам аккумуляции и трансформации органического вещества. Интегральным показателем происходящих в почвах процессов является цвет. В поверхностных горизонтах изученных почв цветовая палитра различается от красновато-бурых и каштановых тонов окраски до темно-серовато-бурого и темно-бурого оттенков.

Кластерный анализ по 25 показателям (физико-химические свойства, цвет по шкале Манселла, системе CIE-L*a*b*, фракционный состав и т.д.) выявил наличие палевых и криоаридных почв.

Почвы с профилем АК–ВСА–Сса классифицированы нами на данном этапе исследований как криогумусовые.

Таблица 5. Классификационное положение почв степей и остепненных сосняков Баргузинской котловины.

№ почвенного разреза	Тип строения почвы	Ствол	Отдел	Тип
8М, ТИ9	АК–BPL–ВСА–Сса	Постлитогенный	Палево-метаморфический	Криоаридная
ВК5, ВК1	АКаj–BPL–ВСА–Сса или АJак–BPL–ВСА–Сса			Криоаридная светлогумусовая или палевая криогумусовая
ВКС 16, ВКС 17, ВКС 21	AJ–BPL–ВСА–Сса			Палевая
ВКС 1	АК–ВСА–Сса		Не определен	Криогумусовая

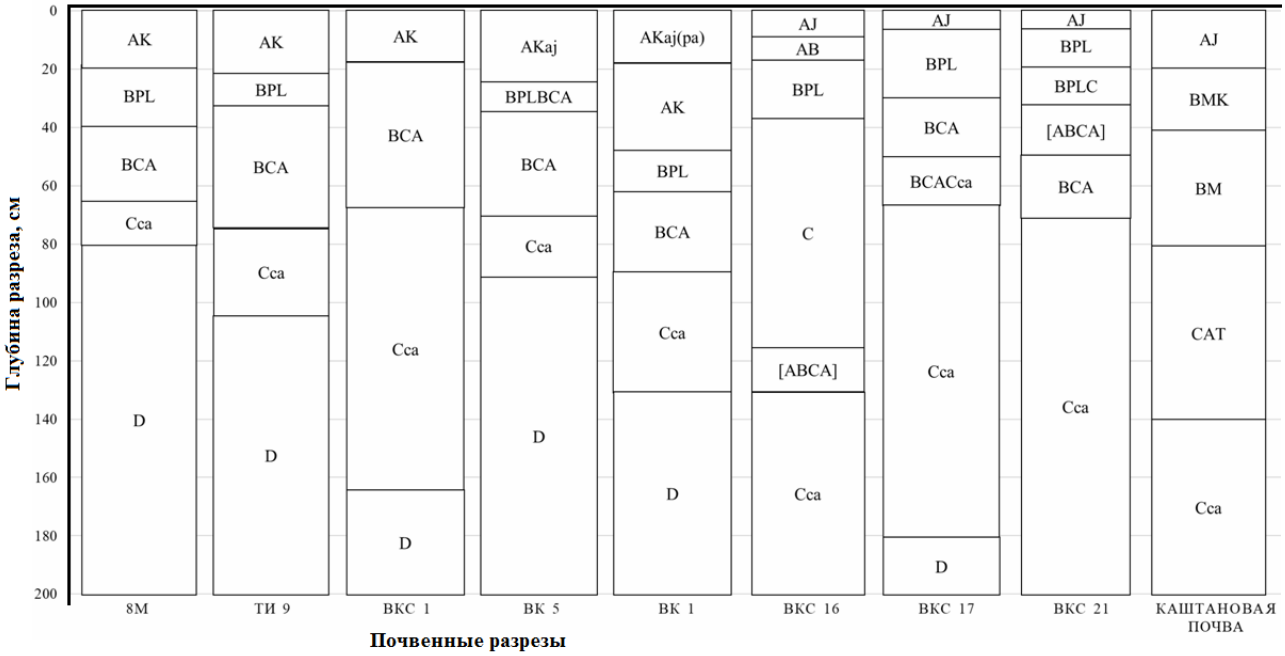

Рис. 5. Морфологические профили почв степей и остепненных сосняков Баргузинской котловины.

Представленная в статье информация является теоретической основой при рассмотрении эволюционных и генетических особенностей формирования почв степных экосистем Северной Азии. Результаты исследований необходимо учитывать при вовлечении этих почв в сельскохозяйственное производство. Низкое содержание гумуса и высокая доля инертных форм в его составе свидетельствуют о низком естественном плодородии изученных почв. Наиболее рациональным является использование криоаридных почв северных островных степей в пастбищном хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агрохимические методы исследования почв. 1975. М.: Наука. 656 с.

Баженова О.И. 2018. Современная денудация предгорных степных равнин Сибири. Новосибирск: Гео. 259 с.

Баженова О.И., Мартьянова Г.Н., Артеменок В.Н. 1999. Климатический анализ структуры современной денудации в степях Хакасии // География и природные ресурсы. № 3. С. 76-84.

Билтуева Е.Е. 2004. Климатические особенности Баргузинской котловины // Вестник БГУ. Биология. География. № 4. С. 202-206.

Бронникова М.А., Конопляникова Ю.В., Агатова А.Р., Зазовская Э.П., Лебедева М.П., Турова И.В., Непоп Р.К., Шоркунов И.Г., Черкинский А.Е. 2017. Кутаны криоаридных почв и другие летописи ландшафтно-

климатических изменений в котловине озера Ак-Холь (Тува) // Почвоведение. № 2. С. 158-175.

Быстряков Г.М., Кулинская Е.В. 1980. Почвы степных криоаридных ландшафтов верховьев Колымы и Индигирки // География и генезис почв Магаданской области. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 143-160.

Водяницкий Ю.Н., Шишов Л.Л. 2006. Изучение некоторых почвенных процессов по цвету почв. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН. 85 с.

Водяницкий Ю.Н., Кириллова Н.П. 2016а. Использование системы CIE–L*a*b* для характеристики цвета почв // Почвоведение. № 11. С. 1337-1346.

Водяницкий Ю.Н., Кириллова Н.П. 2016б. Перевод цветовых показателей почвы системы Манселла в систему CIE–L*a*b*: таблицы и примеры расчета // Почвоведение. № 4. С. 3-11.

Волковинцер В.И. 1978. Степные криоаридные почвы. Новосибирск: Наука. 207 с.

Гладков А.А. 1985. Особенности почвообразования в Баргузинской котловине // Почвоведение. № 3. С. 20-28.

Классификация и диагностика почв России. 2004. Смоленск: Ойкумена. 342 с.

Кленов Б.М., Чимитдоржиева Г.Д. 2011. Влияние континентальности климата на гумусообразование и элементный состав гуминовых кислот автоморфных почв Сибири // Сибирский экологический журнал. № 5. С. 665-671.

Копосов Г.Ф. 1983. Генезис почв гор Прибайкалья. Новосибирск: Наука. 255 с.

Кривобоков Л.В., Назимова Д.И. 2011. Высотная дифференциация растительности на западном макросклоне Икатского хребта (Восточное Прибайкалье) // География и природные ресурсы. № 1. С. 59-66.

Кузьмин В.А., Чернегова Л.Г. 1981. Гумус основных типов почв Баргузинской котловины и прилегающих хребтов // Почвоведение. № 3. С. 35-45.

Методы стационарного изучения почв. 1977. М.: Наука. 296 с.

Меркушева М.Г., Аненхонов О.А., Бадмаева Н.К., Сосорова С.Б. 2014. Степные сообщества на каштановых почвах Западного Забайкалья: разнообразие и биопродуктивность // Аридные экосистемы. Т. 20. № 3 (60). С. 59-68.

Ногина Н.А. 1956. Сухостепные почвы Баргузинской котловины // Почвоведение. № 4. С. 58-69.

Орлов Д.С. 1990. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ. 325 с.

Полевой определитель почв России. 2008. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 182 с.

Почвообразовательные процессы. 2006. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 510 с.

Практикум по агрохимии. 1987 / Ред. Б.А. Ягодин. М.: Агропромиздат. 512 с.

Путеводитель научных экскурсий Всероссийской научной конференции с международным участием, Улан-Удэ, 31 августа – 9 сентября, БНЦ СО РАН. 177 с.

Путеводитель научных экскурсий Всероссийской научной конференции с международным участием. 2015. (Улан-Удэ-Сосново-Озерск-Горячинск-Аршан, 31 августа - 9 сентября, 2015) /Ред. А.И. Куликов, Н.Б. Бадмаев, А.Б. Гынинова. Москва-Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН. 178 с.

Пустовойтов К.Е., Таргульян В.О. 1996. Кутаны иллювиирования на щебне как источник педогенетической информации // Почвоведение. № 3. С. 335-347.

Рещиков М.А., Богданова К.М. 1968. Заметки о растительности Баргузинской долины и ее происхождении // Научные чтения памяти М.Г. Попова. Иркутск. С. 61-82.

Убугунов В.Л., Гунин П.Д., Бажа С.Н., Дробышев Ю.И., Убугунова В.И. 2017. Иссушение почв как показатель опустынивания лесостепных экосистем Баргузинской котловины // Аридные экосистемы. Т. 23. № 3. С. 17-31.

Убугунов В.Л., Убугунова В.И., Цыремпилов Э.Г. 2016. Почвы и формы рельефа Баргузинской котловины. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН. 212 с.

Цвет в промышленности. 2002 / Ред. Р. Мак-Дональд. М.: Логос. 596 с.

Цветовая система Манселла. 2018. [Электронный ресурс: http//colory.ru/mansellcolorsheme (дата обращения: 06.02.2018)].

Цыбикдоржиев Ц.Ц., Цыбжитов Ц.Х. 1999. Каштановые эологенные почвы бассейна озера Байкал // География и природные ресурсы. № 2. С. 5-66.

Pustovoytov K. 1998. Pedogenic Carbonate Cutans as a Record of the Holocene History of Relic Tundra-Steppes of the Upper Kolyma Valley (North-Eastern Asia) // Catena. Vol. 34. No. 1-2. P. 185-195.

Pustovoytov K. 2002. Pedogenic Carbonate Cutans on Clasts in Soils as a Record of History of Grassland Ecosystems // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. Vol. 177. No. 1-2. P. 199-214.

Viscarra Rossel R.A., Behrens T., Ben-Dor E., Brown D.J., Demattê J.A.M., Shepherd K.D., Shi Z., Stenberg B., Stevens A. 2016. A Global Spectral Library to Characterize the World's Soil // Earth-Science Reviews. No. 155. P. 198-230.

World Reference Base for Soil Resources 2014. 2015. International Soil Classification System for Naming Soils and Creating Legends for Soil Maps. 2015. IUSS Working Group // World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome. 192 p. [Электронный ресурс: http://www.fao.org/3/i3794en/I3794en.pdf (дата обращения: 06.02.2018)].