

В. И. Убугунова*, **П. Д. Гунин****,
Ю. А. Рупышев, **В. Л. Убугунов*****,
С. Н. Бажа, **Ю. И. Дробышев******,
С. А. Холбоева*****,
Т. М. Харпухаева*****,
И. А. Петухов*****

Роль демулационных процессов в трансформации почвенно-растительного покрова залежных земель бассейна Байкала¹

К настоящему времени в бассейне озера Байкал накопились значительные массивы залежных земель. Подавляющее большинство этих земель распаивалось вплоть до начала 1990-х гг., после чего, вследствие смены хозяйственно-экономической модели в России, они стали резко переходить в залежи. Судьба их в разных частях бассейна сложилась неодинаково. В 2014 году доля залежных земель составляла в среднем около 56 %, а в отдельных районах превышала 84 % площади пахотных угодий [1]. В наибольшей степени доля залежей выросла за счет площадей пригородных к г. Улан-Удэ районов, а также за счет вывода из севооборота угодий, расположенных преимущественно на почвах легкого гранулометрического состава.

До распашек целинных земель эти почвы относились к каштановому типу почвообразования со значительным варьированием содержания гумуса (от 0,2 до 4,7 %) и резким убыванием его по профилю [5]. Согласно разработанным критериям оценки современного состояния залежных земель с каштановыми почвами, этот тип почв относится к антропогенно сильно нарушенным и деградированным [6]. В силу природных особенностей региона, расположенного в зоне экспозиционной лесостепи, процессы восстановления почвенно-растительного покрова (ПРП) на таких залежах идут по типу вторичных сукцессий, относящихся к сингенетическим сменам растительности.

При более детальных исследованиях сукцессионного развития ПРП на залежных землях песчано-супесчаного гранулометрического состава было обнаружено, что процесс восстановления ПРП в таких литолого-геоморфологических условиях существенно отличается от всех ранее изученных [7]. Эти отличия выражены, прежде всего, в количественно-качественных характеристиках стадий. В российской части бассейна Байкала такой процесс был исследован нами на двух модель-

* **В. И. Убугунова**, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (Улан-Удэ).

** **П. Д. Гунин**, Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН (Москва).

*** **Ю. А. Рупышев**, **В. Л. Убугунов**, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (Улан-Удэ).

**** **С. Н. Бажа**, **Ю. И. Дробышев**, Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН (Москва).

***** **С. А. Холбоева**, Бурятский государственный университет (Улан-Удэ).

***** **Т. М. Харпухаева**, Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН (Улан-Удэ).

***** **И. А. Петухов**, Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН (Москва).

E-mail: ubugunova57@mail.ru

E-mail: monexp@mail.ru

E-mail: kholboeva@mail.ru

¹ Исследования выполнены в рамках темы № АААА-А17-117011810038-7, а также при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-29-05019.

ных полигонах в 2014–2016 гг. на массивах залежей, расположенных на наклонных песчаных равнинах (куйтунах) в Баргузинской котловине и на эоловых равнинах полигона «Усть-Киран» в Кяхтинском районе РБ.

Ключевой участок «Усть-Киран» площадью 125 км² находится на юге Республики Бурятия в районе слияния рек Киран и Чикой. Территория полигона расположена в пределах 50°23' – 50°43' с.ш. и 106°44' – 106°50' в.д. на абсолютных высотах от 600 до 850 м и имеет форму прямоугольника шириной 7,7 км и длиной (по долготе) около 16,3 км. Большая часть полигона расположена в обширной межгорной долине, где преобладают пологонаклонные предгорные шлейфы, сложенные делювиально-пролювиальными отложениями, и древнеаллювиальные террасы. В настоящее время эти формы рельефа перекрыты плащом песчаных наносов, преимущественно эолового происхождения. Заметную роль на предгорных равнинах играют вытянутые в меридиональном направлении дефляционные ложбины с дюнно-грядовыми песчаными образованиями и многочисленные очаги ветровой эрозии поверхности, имеющие главным образом антропогенный характер.

Основные площади степей участка были распаханы, создана сеть ветрозащитных лесных и кустарниковых полос, однако в настоящее время пашни заброшены и превратились в массивы разновозрастных залежей. Небольшие целинные участки наклонных предгорных равнин подвергаются постоянному чрезмерному выпасу скота, в результате чего дерновиннозлаковые (тырса, житняк, мятлик, змеевка) умеренно сухие степи на песчаных каштановых почвах деградировали и заменились комплексом мелкотравно-карагановых и твердовато-осочково-мелкотравных степных сообществ, часто с участием разреженных вязовников, единичных сосен и пятен развеваемых песков.

Преобладающие площади залежей выровненных предгорных песчаных равнин зарастают разреженными группировками степных видов: однолетних полыней и пастбищного мелкотравья, востреца и дерновинных злаков, с участием вяза, караган, редкостойного подроста сосны. Рельеф осложнен песчаными эоловыми грядами с многочисленными очагами ветровой эрозии. Лесополосы постепенно высыхают.

На горных участках по северным склонам распространены экспозиционные злаково-осоковые и кустарниковые сосновые леса на серых лесных почвах, чередующиеся на освещенных склонах с разнотравно-злаковыми луговыми степями на горных черноземах и темно-каштановых почвах. Значительная доля горных лесов сгорела; со временем на горях появляются разреженные степные кустарники с участием вяза приземистого.

Ключевой участок «Верхний куйтун» расположен в центральной части Баргузинской котловины (Республика Бурятия). Участок расположен на водораздельном пространстве и ограничен с трех сторон долинами рек: Гарги – с севера, Баргузина – с запада и Аргады – с юго-востока. С восточной стороны участок включает массивы соснового леса, спускающегося в Баргузинскую котловину с Икатского хребта. Участок общей площадью около 241,6 кв. км имеет прямоугольную форму и расположен между 54°07'–54°26' с.ш. и 110°28'–110°45' в.д. Он представляет собой наклонную пологоволнистую равнину с древнеэоловым бугристо-грядовым рельефом сложенным средне- и мелкозернистыми песчаными грунтами. По своей ландшафтной характеристике он представляет собой предгорно-равнинный лесостепной с сосновыми лесами, разнотравно-злаковыми деградированными степями и залежами с различной степенью эродированности и закоренности сектор поверхности.

Небольшие участки сохранившихся коренных степей представлены здесь несколькими формациями: ковыльной (*Stipa baicalensis*, *S. krylovii*), мелкодерновинно-злаковой (*Koeleria cristata*, *Poa botryoides*, *Cleistogenes squarrosa*), житняковой

(*Agropyron cristatum*) и разнотравно-злаковой [4]. В настоящее время на этих целинных, но сильно трансформированных участках растительные ассоциации включают в основном дигрессионные (*Carex duriuscula*, *Potentilla acaulis*, *Artemisia frigida*, *Veronica incana*), а также сорные (*Artemisia commutata*, *Chamaerhodos erecta*) и др. виды при незначительном участии злаков (*Stipa krylovii*) [2].

Одной из главных задач наших исследований являлось определение типов деградационных процессов и степени их влияния на сукцессионные смены растительности на распаханых почвах в результате развития богарного земледелия в бассейне Байкала.

Результаты и обсуждение. Самые значительные процессы дегумификации (как по распространению, так и по интенсивности развития) были зарегистрированы нами на богарных землях в экосистемах ключевых участков «Усть-Киран» и «Верхний Куйтун». Несмотря на значительную (более 600 км) удаленность ключевых участков друг от друга, почвы по своему химизму и гранулометрическому составу имеют сходный характер и относятся по классификации к каштановым, слабо- и среднегумусным супесчано-песчаного состава (табл. 1). Почвообразующими породами служат аллювиальные супесчано-суглинистые отложения рек Чикой и Киран в первом случае и эоловые пески на наклонной подгорной равнине Икатского хребта – во втором. К настоящему времени большая часть некогда развитых здесь разнотравно-ковыльных степей распахана в 1950–1960-х гг., в начале 1990-х гг. была заброшена и сейчас уже более 25 лет находится на разных стадиях демулационных сукцессий.

С целью выявления роли дегумификации пахотных горизонтов в деградации богарных земель на обоих ключевых участках были заложены опорные разрезы на 8 парных площадях (Целина – Залежь) (таблица). Результаты проведенных физико-химических анализов показали, что снижение содержания гумуса и мелкозема (частиц менее 0,05 мм в диаметре) в поверхностных горизонтах залежей максимально по сравнению с предыдущими характеристиками легкосуглинистых и среднесуглинистых каштановых почв и достигает абсолютных значений падения гумуса до 0,45 % в Баргузинской котловине и до 0,38 % в «Усть-Киране», что соответствует величинам изменения в 73,7 и 73,3 % (таблица). Кроме этого, среднее значение рН песков составило $8,8 \pm 0,04$. Размах концентраций был достаточно широким от слабо- до сильнощелочной (8,1–9,5), но основная масса значений (95 %) находилась в диапазоне 8,7–8,9.

Следует также отметить, что величины изначального содержания гумуса (до распашки) были невысоки и варьировали в разных местообитаниях незначительно (от 0,68 до 1,71 %). В настоящее время по показателю гумусности на значительной территории богарных земель они снизились до катастрофически низкого содержания (менее 0,5 %), что свидетельствует о практически полной потере плодородия. Примерно такой же закономерностью характеризуются данные об изменении содержания мелкоземной фракции. На залежных землях практически везде произошел ее вынос из поверхностных горизонтов, и соответственно увеличивается содержание фракций песка до 85–90 %, что в конечном итоге приводит к опесчаниванию почв.

Таблица

Соотношение общего содержания гумуса, мелкозема (пыль, глина, ил: частицы <0,05 мм) в верхнем слое (0–20 см) каштановых почв в опорных разрезах на пастбищах и залежных землях на ключевых участках «Верхний Куйтун» и «Усть-Киран»

| Адрес участка | Характер использования | Индекс разреза | Гумус (%) | | | Мелкозем (%) | | | Адрес участка | Характер использования | Индекс разреза | Гумус (%) | | | Мелкозем (%) | | |
|--|------------------------|----------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------------|------------------------|----------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| | | | Среднее значение | Абсолютная разница | Величина изменения | Среднее значение | Абсолютная разница | Величина изменения | | | | Среднее значение | Абсолютная разница | Величина изменения | Среднее значение | Абсолютная разница | Величина изменения |
| Курумканский район, кл. уч. «Верхний Куйтун» | Ц | ВК26 | 1,65 | -0,8 | -48,0 | 26 | -16 | -38,0 | Кяхтинский район, кл.уч. «Усть-Киран» | Ц | УК22 | 1,22 | -0,52 | -42,6 | 32 | -6,0 | -18,7 |
| | З | ВК25 | 0,81 | | | 10 | | | | З | УК18 | 0,70 | | | 26 | | |
| | Ц | ВК28 | 1,61 | -0,91 | -56,5 | 24 | -4,0 | -16,6 | | Ц | УК19 | 1,17 | -0,52 | -44,5 | 33 | -5,0 | -15,1 |
| | П | ВК9 | 0,70 | | | 20 | | | | З | УК21 | 0,65 | | | 28 | | |
| | Ц | ВК18 | 1,71 | -1,26 | -73,7 | 26 | -20,0 | -76,0 | | Ц | УК31 | 1,43 | -1,05 | -73,4 | 46 | -21,0 | -45,0 |
| | З | ВК15 | 0,45 | | | 6 | | | | З | УК30 | 0,38 | | | 25 | | |
| | Ц | ВК20 | 1,77 | -0,68 | -38,4 | 37 | -25 | -67 | | З | УК11 | 0,68 | -0,27 | -39,7 | 28 | -3,0 | -10,7 |
| | З | ВК19 | 1,09 | | | 12 | | | | З | УК11 | 0,41 | | | 25 | | |

Условные обозначения: Ц – целинный участок (пастбище); П – распахиваемая территория; З – залежь, от 5 лет и старше.

Несмотря на относительно длительный период нахождения распаханной земли в залежном состоянии, формирование сообществ из бывших доминантных видов происходит замедленными темпами. На ключевом участке «Усть-Киран» в процессе восстановления стадия сорных и однолетних видов полынью и разнотравья уже пройдена, и в настоящее время растительный состав представлен мелкой мозаикой из монодоминантных парцелл. На ключевом участке «Верхний Куйтун» зарастанию залежей высшей растительностью препятствует образовавшийся на поверхности мохово-лишайниковый покров. Процесс так называемого «закоривания почв», обнаруженный нами в экосистемах данного участка, приводит не только к особому типу деградации пастбищной растительности, но способствует истощению ее водного потенциала [3]. На залежных землях ключевого участка самыми распространенными (более 50 % площади участка) являются экосистемы с полынными, полынно-разнотравными и вострецово-полынными растительными сообществами. Они имеют относительно высокое проективное покрытие (30–35 %) и распространены в основном на деградированных агроземлах с разной степенью закоренности.

В ходе последующих исследований серийных стадий восстановления ПРП на залежах было отмечено, что в настоящее время все они различаются по степени выраженности процессов закоривания. Оказалось, что наибольшие площади (выше 50 %) закоренных агроземов отмечены в экосистемах старых залежей на наклонных пологоволнистых равнинах. Экосистемы поверхностей древней высокой террасы рр. Баргузин и Гарга на старых залежах имеют площади закоривания 20–50 %. Наименьшие площади закоренности (от 10 до 20 %) обнаружены в экосистемах приводораздельной равнины с молодыми залежами.

К биотопам, где закоривание совсем не выражено, относятся пастбищные экосистемы целинных степей с дигрессионными вариантами полынно-дерновинно-злаково-твердоватоосочковых сообществ, расположенными в краевой части высоких надпойменных террас рек Баргузин и Гарга на площади 23,5 кв. км (9,7 %). Практически на всех участках закоривания, в разной степени участвующих в сложении БПК, развиты синузии из пионерных видов мхов и лишайников. Среди мхов наиболее част вид *Bryum argenteum* Hedw. Из цианей обнаружены *Scytonema* sp. и *Stygonema* sp. Из лишайников преобладают два вида рода *Endocarpon*: *Endocarpon pusillum* Hedw. и *Endocarpon mongolicum* H. Magn., причем чаще всего они обитают в дернинках мхов. Эпизодически встречались ювенильные особи лишайников рода *Cladonia* с первичными талломами. Виды *Peltigera didactyla* (With.) J. R. Laundon, *Rostania ceranisca* (Nyl.) Otálora, P. M. Jørg. et Wedin встречаются чаще всего в междюнных котловинах, где увлажнение сравнительно выше. Единично были отмечены виды *Diploschistes muscorum* (Scop.) R. Sant., *Cladonia pyxidata* (L.) Fr.

Таким образом, изученные особенности восстановления залежных земель указывают на то, что они напрямую связаны с формированием биологических почвенных корочек (БПК) на поверхности песчаного рельефа ключевого участка «Верхний куйтун», развитие которых в конечном итоге приводит к закориванию.

Ввиду сложных физико-географических условий на залежных участках районов исследования со слабым задернением растительного покрова и малоразвитым почвенным покровом деградация происходит гораздо медленнее, зато активно протекает процесс выветривания подстилающих древних эоловых форм.

Литература

1. Белозерцева И. А., Екимовская О. А., Энхтайван Д. Использование сельскохозяйственных земель и их деградация на территории бассейна реки Селенги // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 2. – С. 142–147.
2. Вишнякова О. В., Лаврентьева И.Н., Убугунов Л. Л., Хоу С., Болонева Л. Н., Рупышев Ю. А. Деградация степных фитоценозов западного Забайкалья: проблема и возможные пути ее решения // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии : сборник : материалы III Всероссийской научной конференции. 2016. – С. 101–103.
3. Гунин П. Д., Бажа С. Н., Балданов Б. Ц., Басхаева Т. Г., Концов С. В., Насатуева Ц. Н., Убугунов В. Л., Убугунова В. И., Холбоева С. А., Цыремпилов Э. Г. Закоривание почв и восстановление растительного покрова на залежных землях Баргузинской котловины // Экосистемы Центральной Азии в современных условиях социально-экономического развития : материалы Международной конференции (Улан-Батор (Монголия), 8–11 сентября 2015 г.). – Улан-Батор : «Terkhchandmani» Co. : Ltd, 2015. – Т. 2. – С. 362–366.
4. Намзалов Б. Б., Басхаева Т. Г. Горная лесостепь Баргузинской котловины (Северное Прибайкалье). – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2006. – 123 с.
5. Копосов Г. Ф., Слесарев И. В., Гладков А. А. Водный режим // Почвы Баргузинской котловины. – Новосибирск : Наука, 1983. – С. 168–178.
6. Панкова Е. И. Деградационные процессы в агроэкосистемах Монголии // Почвоведение. – М. : Наука, 1993. – № 12. – С. 92–99.
7. Панкова Е. И., Гунин П. Д. Понятия «антропогенная нарушенность», «деградация экосистем» применительно к пахотным землям // Современное состояние богарных пашен Монголии. – Улан-Батор, 1990. – С. 2–4.

V. I. Ubugunova,

Institute of General and Experimental Biology SB RAS (Ulan-Ude)

P. D. Gunin,

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS (Moscow)

Yu. A. Rupyshev, V. L. Ubugunov,

Institute of General and Experimental Biology SB RAS (Ulan-Ude)

S. N. Bazha, Yu. I. Drobyshev,

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS (Moscow)

S. A. Holboeva,

Buryat State University (Ulan-Ude)

T. M. Harpukhaeva,

Institute of General and Experimental Biology SB RAS (Ulan-Ude)

I. A. Petukhov,

A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS (Moscow)

THE ROLE OF THE DEMUTATIONAL PROCESSES IN THE TRANSFORMATION OF THE PLANT-SOIL COVER OF THE FALLOW LAND IN BAIKAL BASIN

In the article the features of demutational processes in fallow lands are considered on the example of key plots with soils of light granulometric composition in Transbaikalia. There is a «failure» of the classical scheme for the restoration of fallow land on alkaline sands. There is a development of biological crusts, which prepare the substrate for the settlement of higher vegetation. A record decrease in the humus and fine earth content (particles less than 0,05 mm in diameter) is noted in the surface horizons of the fallow land, which is 0,45 % in the Barguzin basin and 0,38 % in Ust-Kiran. During the process of restoration, in Ust-Kiran key plot, the stage of weedy and annual species of polynyas and motley grass has already been passed, and at present the vegetative composition is represented by a small mosaic of mono-dominant parcels. In the «Upper Kuitun» key plot, overgrowing of deposits by higher vegetation is prevented by the moss-lichen cover formed on the soil surface. The process of so-called «soil sequestration», which discovered in the ecosystems of this site, not only leads to a special type of degradation of pasture vegetation, but contributes to the depletion of its water potential.