

УДК 631.4

**О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ РАЗВИТИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА  
ПОДГОРНО-ПРИМОРСКИХ РАВНИН ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ**

© 2022 г. М.Е. Котенко\*, Д.Б. Асгерова\*\*, У.М. Галимова\*\*\*

*\*Дагестанский государственный технический университет  
Россия, 367026, Республика Дагестан, г. Махачкала, просп. И. Шамиля, д. 70  
E-mail: kukonya21@mail.ru*

*\*\*Прикаспийский институт биологических ресурсов ДФИЦ РАН  
Россия, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45. E-mail: asdi7408@mail.ru*

*\*\*\*Дагестанский государственный университет  
Россия, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Джержинского, д. 12  
E-mail: uma-71@mail.ru*

Поступила в редакцию 29.04.2022. После доработки 01.07.2022. Принята к публикации 01.07.2022.

Подгорно-приморские равнины широко распространены в аридных регионах мира. Они формируются в прибрежной полосе, где горы близко подходят к морскому побережью. В отличие от других равнин они состоят из трех специфических элементов подгорной равнины: педимент, приморская равнина, или побережье, и континентальная часть региона. В этих компонентах ландшафта почвы и растительный покров существенно различаются, изменяя структуру почвенного покрова.

*Ключевые слова:* морское побережье, аридные почвы, педимент, опустынивание, миграция солей, засоление почв, индикатор.

**DOI: 10.24412/1993-3916-2022-4-55-60**

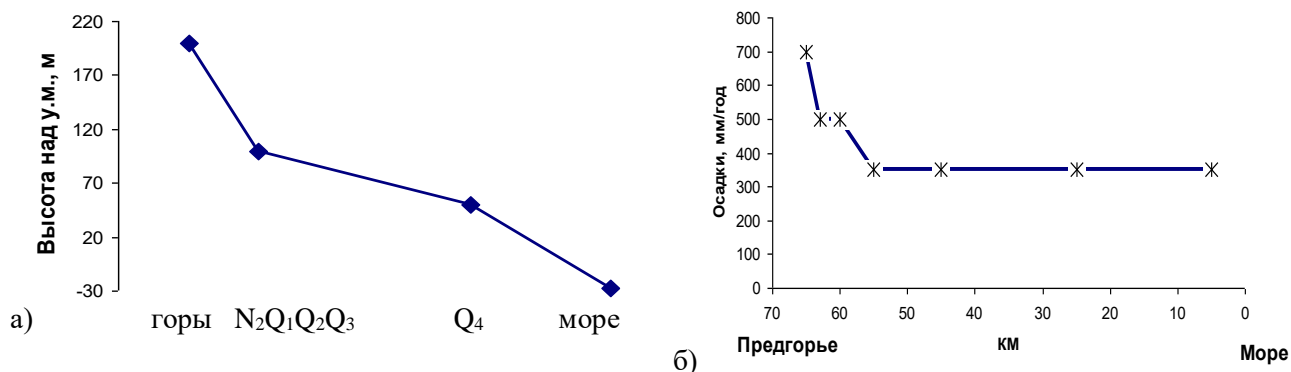
**EDN: XUWQOR**

Подгорная равнина представлена конусами выноса горных рек, временных потоков и осыпями фандов. Фанды, как наиболее устойчивые элементы горных склонов, зарастают лесом, кустарниками и скорее накапливают мелкозем и тонкие фракции.

Приморская равнина сложена морскими отложениями, они часто засолены и обладают разнообразием гранулометрического состава. Уникальность объекта исследований заключается в формировании почв аридного режима в условиях контакта с акваторией Каспия и постоянно движущихся с востока влажных атмосферных потоков. При формировании почв центральной части могут участвовать оба типа отложений – морские и континентальные, где формируются существенные различия в составе и структуре почвенного покрова.

По мере приближения к береговой линии происходит смена геологических отложений от более древних – плиоцена N – до современных четвертичных отложений Q<sub>4</sub>, которые представлены морскими наносами, в том числе песками. В результате меняется гранулометрический состав отложений – происходит их утяжеление. При продвижении от моря к горам засоленность уменьшается, как следствие увеличения степени дренированности, способствующей аридизации территории. Конусы выноса в подгорной равнине постоянно обновляются, как и отложения побережья. Климатическая неоднородность равнины проявляется с тенденцией нарастания засушливости, под воздействием сухого климатического режима в первую очередь. По распределению осадков (рис. 1) при увеличении расстояния от береговой линии их количество возрастает от 300 до 700 мм/год. В горах и предгорьях сумма годовых осадков заметно выше, чем на самой равнине, что приводит к формированию более благоприятного водного режима в предгорных почвах.

В зависимости от удаленности моря и увеличения высотных отметок изменяется распределение почв и их разнообразие. Наиболее контрастные почвы образуются внутри континентальной части региона там, где море относительно близко подходит к отрогам Кавказских гор. Максимальное разнообразие почв отмечается в переходной полосе, прилегающей к морской акватории.



**Рис. 1.** Генетические типы и возраст отложений и распределение осадков по геоморфологическому профилю море – горы. Условные обозначения: а – четвертичные отложения, Q<sub>4</sub> – современные, Q<sub>3</sub> – верхние, Q<sub>2</sub> – средние, Q<sub>1</sub> – нижние, N<sub>2</sub> – Плиоцен, б – распределение осадков в континентальной части равнины.

Каспийское море оказывает заметное влияние на отдельные факторы формирования вертикальной зональности почв предгорий Восточного Кавказа. Почвенные типы располагаются по высотным поясам не сплошной линией, а прерывисто, с формированием различных вариантов предгорной зональности: гумидно-предгорной и аридно-теневой (Залибеков и др., 1964; Баламирзоев, 1986). Такое различие почвенного покрова связано с нарастанием континентальности климата и уменьшением атмосферных осадков в направлении с юга на север.

Подгорно-приморские равнины Прикаспия относятся к аридным экосистемам, где проявляется влияние почвообразующих факторов и моря, грунтовых вод и горной системы. Море, влажный атмосферный поток, включая грунтовые воды, являются факторами, способствующими засолению почв равнины. Центральная часть подгорно-приморской равнины представляет собой экотонную зону, как по почвам, так и по растительным ассоциациям. Полынно-типчачово-петросимониевая ассоциация в сообществе с кермеком, костром и солянками приурочена к светло-каштановым солончаковым почвам. Полынно-разнотравные, ромашниково-полынно-разнотравные ассоциации распространены на каштановых слабосолонцеватых почвах. Ажреково-бескильницевые луга характерны для луговых солончаков приморской и центральной части региона, солянковы ассоциации – на типичных солончаках гидроморфного режима (Баламирзоев, 2008).

Прибрежная приморская равнина представлена маршами и песчаными дюнами с эфемерово-растительностью. Здесь широко распространены солончаки, засоленные луговые и лугово-болотные почвы (Баламирзоева, 2008). В центральной части равнины почвенный покров представлен каштановыми почвами.

Центральная равнина – это экотон грунтовых вод, подпираемых Каспийским морем, между предгорьем Восточного Кавказа и побережьем, где проявляется влияние дельтовой системы речных потоков с опресненной водой и засоление почв как результат аэрального засоления и влияния почвообразующих пород (Ильина, 1993).

### Результаты и их обсуждение

Отмечается закономерное изменение содержания солей во всех исследованных почвах подгорно-приморских равнин в направлении от моря к горам: от солончаков луговых, луговых типичных, лугово-каштановых до темно-каштановых почв. По высокому содержанию легкорастворимых солей выделяются только солончаки, плотный остаток которых может достигать до 20%. Перепады высот (20-30 см) оказывают влияние на перераспределение легкорастворимых солей в поверхностных горизонтах, где общее содержание солей достигает до 1.5% сухого остатка (табл.). Происходит постоянный подток солей из западин на микроповышения. Однако свойства твердой фазы почвы (гумус, поглощенные основания) не меняются по элементам микрорельефа. Это объясняется тем, что этим почвам свойственен общий тип водного режима, который определяет одинаковый тип почвообразования и отсутствие существенных различий в свойствах этих почв (Котенко, 2018).

Географическое распространение почв в регионе характеризуется сплошным сочетанием

процессов увлажнения атмосферными осадками, связанными с явлением предвосхождения, обуславливающего гумидно-предгорную зональность. Большое влияние оказывают почвообразующие породы, подверженные изменениям под влиянием высоты местности. Преобладающее значение в закономерном распространении почв имеет гумидно-предгорная зональность, охватывающая нижние предгорья и примыкающую континентальную часть региона. В качестве локальной закономерности развития почвенного покрова выступает смена почвенных процессов, происходящих в контакте с геологическими породами и морской акваторией (Залибеков и др., 2008).

Влияние Каспийского моря сказывается на степени увлажнения, засоления, а также на формировании гумусового слоя материка. Эти факторы – основные причины изменения почвенного покрова подгорно-приморской равнины, расположенной на стыке береговой полосы и предгорий. Основные типы почв и их показатели свидетельствуют об интразональном характере, обусловленном комплексным влиянием факторов для акватории Каспия, высотой местности и составом почвообразующих пород (Танзыбаев, 1993).

**Таблица.** Основные типы почв и их размещение по элементам подгорной равнины.

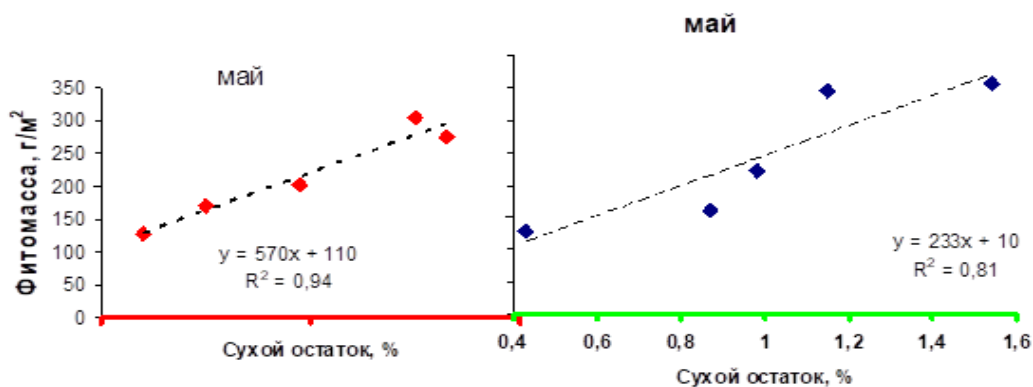
№	Типы почв	Высота местности, м	Водный режим	Удаленность от морской акватории, км	Глубина грунтовых вод, м	Уровень плодородия
1	каштановые карбонатные	200-300	непромывной	> 30	> 5	выше среднего
2	светло-каштановые солонцеватые	100-200	непромывной	10-30	> 3	средний
3	лугово-каштановые солончаковатые	0-100	периодически промывной	5-10	3-5	средний
4	луговые карбонатные	от -0-10	промывной	3-5	1-3	выше среднего
5	солончаки типичные	минус 10-20	выпотной	0-3	< 1-0	очень низкий
6	солончаки луговые	минус < 20	поверхностно выпотной	0-3	< 1-0	низкий

Заметные изменения в рассматриваемых почвах наблюдаются в сезонных циклах динамики солей: зимне-весеннее опреснение верхних горизонтов почв, активное подтягивание солей из нижних горизонтов (на глубине 40-50 см) в верхние. В луговых солончаках идет вынос солей по профилю, в солончаке такой активный обмен происходит в поверхностном слое, в контакте с атмосферой. Тип и химизм засоления меняется: по мере движения от подгорных равнин, где тип засоления преимущественно сульфатный, в центральной части региона – смешанный (сульфатно-хлоридный и хлоридно-сульфатный), а в прибрежной – сульфатно-хлоридный.

В профиле почв центральной части формируются изменения, которые обуславливают смену сульфатно-хлоридного типа засоления на сульфатный, хлоридно-сульфатный.

Для осеннего периода луговых солончаковых почв характерно максимальное увеличение солей в корнеобитаемом слое почвы 0-20 см, где содержание токсичных солей достигает максимума – 4.8-5.5 мг/экв на 100 г для луговых солончаковых, до 30 мг/экв для солончаков типичных. Подтяжка солей из нижнего горизонта в поверхностные при незначительной роли нисходящих токов является одной из главных особенностей осеннего цикла миграции солей (рис. 2).

Для определения динамики и характера распределения солей в почвах равнины был использован метод удельного электрического сопротивления почв – УЭС (рис. 3). Высокое содержание солей заметно снижает электрическое сопротивление почв, что легко обнаруживается методом удельного электрического сопротивления солей



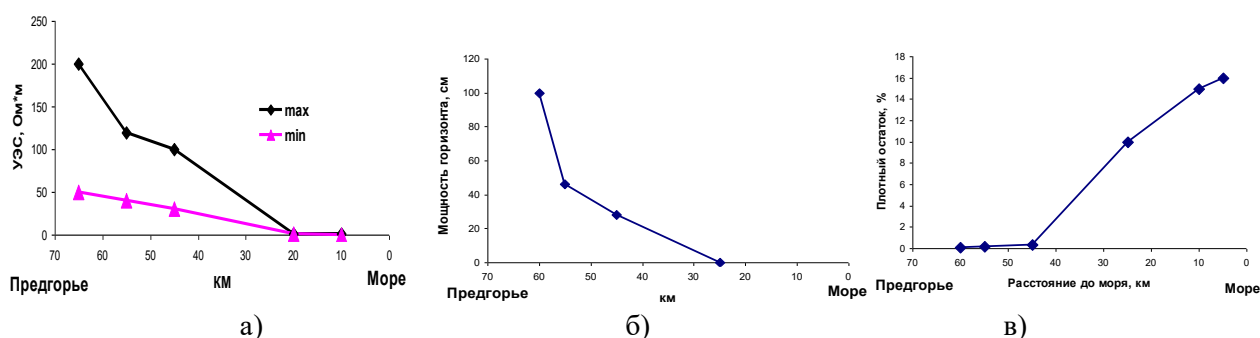
**Рис. 2.** Зависимость накопления фитомассы от содержания легкорастворимых солей в почвах.

Общая тенденция изменения свойств почвенного покрова изучаемой территории показывает уменьшение электрического сопротивления и возрастание содержания солей по направлению от подгорной части равнины к приморской (рис. 3).

Если в приморской равнине показатель УЭС около нуля, то в подгорной равнине отмечается очень большой разброс значений. Это объясняется большой пестротой почвообразующих пород в пределах педимента, а также различным уровнем атмосферного увлажнения почв (рис. 3). Почвы подгорной равнины промыты от легкорастворимых солей на большую глубину, где мощность бессолевого горизонта уменьшается по мере приближения к береговой линии.

Содержание солей (сухого остатка) в почвах подгорно-приморской равнины, соответственно, увеличивается по направлению от предгорий к морю (рис. 3), что также подтверждается данными УЭС.

Установлено, что качественный состав солей в почвах приморской и подгорной частей равнины различен: в солончаках приморской равнины тип засоления – сульфатно-натриевый, а в каштановых почвах подгорной части равнины – гидрокарбонатно-натриевый и кальциевый. В почвах центральной равнины, как экотонной зоны, тип засоления изменяется не только в зависимости от удаления от морского побережья, но и по профилю почвы в зависимости от глубины: в верхних гумусовых горизонтах тип засоления гидрокарбонатно-натриевый, а ниже 40 см – сульфатный (рис. 4).

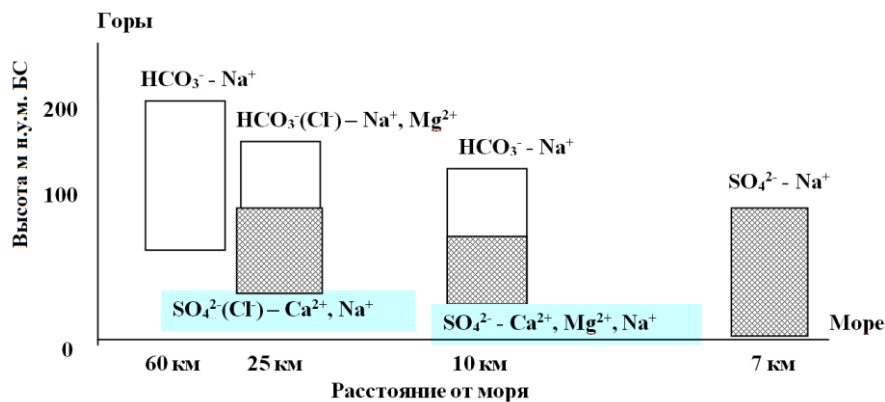


**Рис. 3.** Изменение удельного электрического сопротивления в верхних горизонтах почв по геоморфологическому профилю береговая полоса – предгорье (а), мощность почвенного бессолевого горизонта в профиле луговых почв в приморской части нижних предгорий (б) и изменение засоления в почвах по геоморфологическому профилю море-предгорье (в).

Сезонная миграция легкорастворимых солей в нисходящем направлении происходит наиболее активно в солончаке луговом. Динамика солей в почвах указывает на отсутствие естественного опустынивания на территории изучаемых равнин. В естественных условиях наблюдаются флуктуации в засолении почв, а признаки опустынивания проявляются в континентальной части региона.

Полученные данные показывают, что гумусовые вещества почв реагируют на внешние воздействия (вытаптывание) как целостная система: при снижении общего органического углерода

соотношение между фракциями ГК:ФК:НО сохраняется. Несмотря на снижение общего органического углерода в почве, гумус как целостная система, сохраняет свою структуру и качественный состав.



**Рис. 4.** Химический состав легкорастворимых солей в почвах подгорно-приморской равнины Дагестана.

Один из важных источников солей в приморских равнинах – поступление с моря при переносе ветром капельножидкой воды. Накопление солей в верхних горизонтах почв возможно также в результате поступления их из атмосферы. Перенос солей с ветром – это специфическая особенность приморских равнин. Он идет достаточно интенсивно и затрагивает все типы почв, распространенных в приморской полосе. Проявляется перенос в повышении содержания солей в верхних горизонтах, способствуя развитию процессов опустынивания. Почвы меняют водный режим и солевой профиль, состав солей и их распределение по профилю.

Для мониторинга засоления почв предложено использовать метод электротзондирования. Измерение удельного электрического сопротивления (УЭС) почв достоверно отмечает изменение содержания солей в разных слоях почвы, и его можно использовать для детального исследования территорий с разным содержанием солей. Удельное электрическое сопротивление  $R$  (УЭС) почвенного покрова и почвенных горизонтов определяли прибором «Автоматический измеритель электрических параметров почв и растений LANDMAPPER-03» и выражали в Ом·м (Поздняков и др., 1996, 2007). УЭС – индикатор содержания сухого остатка: более 4% УЭС (около 1-2 Ом·м) в незасоленных каштановых луговых почвах  $УЭС = 30-200$  Ом·м. Рекомендуется использовать медианные значения УЭС как наиболее информативные. Для фитоценозов луговых почв выявлены следующие зависимости от свойств почв и условий их образования: обновление почвенных процессов, формирование профиля, горизонтов, формирование продуктивности.

Общая фитомасса лугов и пастбищ нарастает по мере удаления от берега Каспийского моря, максимальная продуктивность которых отмечена на лугах, расположенных на удалении в 40-60 км от морского берега (Залибеков, 1989).

Применение мультисубстратного тестирования позволило оценить состояние микробного сообщества в почвах как показателя оценки их разнообразия.

В луговых солончаках микробное сообщество чувствует себя угнетенным. Интегральный показатель витальности микробного сообщества в солончаках равен  $G = 0 - 5$ . В карбонатных луговых почвах, включая и лугово-каштановые, и слабосолонцеватые, витальность микробных сообществ исчисляется высокими единицами параметра  $G = 160 - 230$ . Это благоприятная среда в ряде исследуемых почв региона. Угнетенное состояние микробного сообщества выявлено в темно-каштановых и каштановых почвах, что связано с изменением влияния аридного климата и признаков опустынивания, где  $G = 30 - 80$ .

Аналогичная закономерность выявлена и для луговых фитоценозов: их общая продуктивность возрастает в незасоленных или слабозасоленных почвах (рис. 2).

Функциональное разнообразие микроорганизмов возрастает в ряде почв в следующей

последовательности: солончак луговой – луговая карбонатная тяжелосуглинистая почва – лугово-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая – слабосолонцеватая – темно-каштановая карбонатная тяжелосуглинистая.

Концентрация солей – один из главных регуляторов микробиологической активности в почве. С удаленностью от берега количество солей в почве резко падает, улучшается «здоровье» микробиологических сообществ, достигая максимума в луговых почвах (35-50 км от моря). В предгорьях микробиологическая активность падает, что связано с иссушением почвенного профиля и дефицитом почвенной влаги.

### Выводы

Подгорно-приморские равнины – это ландшафт со специфическими условиями почвообразования, устойчивый к колебаниям климата и изменениям природной среды. Тем не менее, высокие антропогенные нагрузки на экосистемы приводят континентальную часть региона к деградации почв и аридизации ландшафтов. Это подтверждается тем, что опустынивание началось во второй половине XX в., в период наиболее интенсивного выпаса скота и освоения почв территории. Установлены закономерности изменения свойств почв и структуры почвенного покрова в подгорно-приморских равнинах Западного Прикаспия с высотой местности от 0 до 200 м над уровнем моря, установлены признаки плодородия освоенных земель и особенности их сельскохозяйственного использования.

Разработана общая схема строения биогеоценозов подгорно-приморских равнин Западного Прикаспия, образующихся в местах контакта континентальной части суши и морского побережья. Центральная равнина представляет собой специфический экотон между подгорной (возвышенной) частью и приморской. Для нее характерны разновидности почв с максимальной продуктивностью и почвенные микробные сообщества с самым высоким показателем разнообразия.

Обоснована концепция обратимости пастбищной дигрессии и опустынивания при интенсивном выпасе на территории регионов равнин Западного Прикаспия. Для оценки устойчивости и обратимости процессов деградации в аридных почвах с высокой пастбищной нагрузкой предложено использовать соотношение элементов фракционно-группового состава гумуса (ГК: ФК: НО), равного единице.

*Финансирование.* Работа выполнена по теме *Финансирование.* Работа выполнена в рамках Госзадания НИР №122032200273-6 «Мониторинг и прогноз динамики почвенного покрова и биопродуктивности ландшафтов Северо-Западного Прикаспия и дагестанской части Восточного Кавказа».

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Баламирзоев М.А.* 1986. Современное состояние почвенного покрова Дагестана и приемы повышения плодородия почв // Пути повышения плодородия почв Дагестана. Новочеркасск. С. 7-9.
- Баламирзоев М.А.* 2008. Почвы Дагестана // Экологические аспекты их рационального использования. Махачкала: Дагестанское книжное издательство. 336 с.
- Залибеков З.Г.* 1989. Пастбищная дигрессия и деградация засоленных почв дельты Терека // Почвоведение. № 9. С. 56-62.
- Залибеков З.Г.* 1964. Некоторые вопросы зональности почв Акташской подгорной равнины Дагестана // Известия ВГО АН СССР. Т. 96. С. 138-140.
- Залибеков З.Г., Баламирзоев М.А., Залибекова М.З., Биарсланов А.Д., Асгерова Д.Б.* 2008. О структуре вертикальной зональности почв Дагестана // Известия высших учебных заведений «Северо-Кавказский регион». Естественные науки. № 3. С. 96-100.
- Ильина Л.С.* 1993. Аэральный привнос минеральных веществ в лесные почвы Сихотэ-Алиня // Почвоведение. № 3. С. 5-14.
- Котенко М.Е.* 2018. Эколого-почвенные особенности биогеоценозов подгорно-приморских равнин Западного Прикаспия и их сельскохозяйственное использование. Дисс. докт. с/х наук: 03.02.13. 375с.
- Поздняков А.И., Позднякова Л.А., Позднякова А.Д.* 1996. Стационарные электрические поля в почвах // М.: КМК Scientific Press Ltd., – 358 с.
- Поздняков А.И.* 2007. Электрические свойства почв. Теория и методы физики почв. Под ред. Е.В. Шеина, Л.О. Карпачевского. // М.: «Гриф и К», – С. 426-463.
- Танзыбаев М.Г.* 1993. Почвы Хакасии. Новосибирск: Наука. 254 с.