

**ОБ ОСЛАБЛЕНИИ СТАДИЙ АРИДНОЙ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ
ПОД ВЛИЯНИЕМ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ**

© 2025 г. Р.М. Адамова*, М-Р.А. Казиев**, У.М. Галимова*

**Дагестанский государственный университет*

Россия, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 43а. E-mail: adatov45@inbox.ru, uma-71@mail.ru

***Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан*

Россия, 367014, г. Махачкала, пр. Акушинского, Научный городок

Поступила в редакцию 14.05.2025. После доработки 01.06.2025. Принята к публикации 01.07.2025.

В природных биологических системах живые организмы выступают как система, отвечающая за почвенные, ботанические, климатические, гидрологические изменения и за условия, которые создаются самими организмами. В настоящее время, когда происходят климатические изменения и активизируется деятельность человека, а биологические ресурсы в значительной степени растрочены, экологические системы аридных территорий не в состоянии собственными ресурсами регулировать противоречия во взаимоотношениях природных и антропогенных факторов. Динамическое нарастание формирующихся противоречий приводит к усилению различий по сравнению с фоновым уровнем, где диапазон изменения увеличивается в значительных размерах. По нашей оценке, принятая система показателей почвенного покрова под древесными насаждениями Ботанического сада ДГУ представляется двумя ареалами: 1) ареалом угнетенного состояния с началом процесса ослабленной аридизации, 2) ареалом с дестабилизацией устойчивых к засухе пород, таких как, например, дуб черешчатый и липа мелколистная.

Начало проявления отрицательного действия стадий аридизации связано, прежде всего, с недостатком увлажнения и элементов питания. Можно утверждать, что начало процесса опустынивания – это ослабленное иссушение почвенного профиля, где влажность в корнеобитаемой толще уменьшилась до 18-20%, а содержание гидролизуемого азота составляет 25-30 мг/100 г почвы. В условиях изменения существующей технологии выращивания древесных пород минеральные удобрения вносятся в недостаточном количестве и в отсутствие периодических поливов.

Ключевые слова: ослабленная стадия опустынивания, дефляция почв, дестабилизация, микоризация, корневые ответвления, интродукция, лесные насаждения, микотрофия, приживаемость, водный режим почв.

DOI: 10.24412/1993-3916-2025-3-130-135

EDN: QBWQVR

Материалы и методы

Экспериментальные данные получены в Ботаническом саду Дагестанского государственного университета, где ослабленная (начальная) стадия опустынивания имеет характерные признаки деградации и разрушения (Абдусаламова, 2024).

Для усиления роли процесса ослабления и удержания почвенной влаги необходимо качественное и своевременное проведение мероприятий и использование технологий по улучшению водного и пищевого режимов. Для замедления и стабилизации процессов ослабления, подавления аридизации и засух существуют различные методы. Одним из самых доступных мы считаем метод микоризации корневой системы саженцев древесных и кустарниковых пород, используемых в качестве защитных насаждений в засушливом климатическом поясе. Его применение носит предупредительный характер и исключает образование условий для развития антропогенного опустынивания (Методическое руководство, 1988). При этом ресурсы, необходимые для выполнения общепринятых технологических приемов, значительно дешевле, чем осуществление мероприятий по борьбе с антропогенным опустыниванием в локальном, региональном и федеральном масштабах. С учетом

особенности начального этапа ослабления аридизации и сохранения оптимального температурного режима были выращены экспериментальные саженцы древесных пород с микоризой корневой системы (Адамова, 2008, 2009, 2015, 2021). Стадия применения в защитных лесонасаждениях саженцев с микоризой дифференцируется по факторам, определяющим стадии монофакторного проявления опустынивания (табл.).

Таблица. Стадии применения микоризы почв при посадке древесных пород в ниже-предгорной полосе Дагестана и прилегающих территорий.

№	Стадии опустынивания	Критерии выделения стадий	Содержание стадий
1	Фоновая	Диагностические признаки компонентов аридных экосистем	Отсутствуют признаки влияния природных и антропогенных факторов опустынивания
2	Ослабленная	Проявляется под влиянием природных факторов	Признаки антропогенного опустынивания выражены слабо; посадки саженцами с микоризацией
3	Монофакторная	Степень воздействия негативных факторов: слабое, среднее, сильное	Одностороннее развитие эрозии, засоление, затопление, иссушение профиля, дегумификация
4	Полифакторная	Факторы стадий, способствующие сильной деградации	Негативное влияние всех факторов опустынивания достигает необратимости стадий аридной деградации и опустынивания
5	Смена факторов почвообразования	Переход факторов почвообразования в категорию геологических	Почвообразующая порода превращается в геологические отложения, почвообразование сменяется выветриванием
6	Выветривание горной породы	Выветривание физическое, химическое, биологическое	Эволюция горной породы в направлении почвообразования с разрушением минеральной части горной породы

Характерной для рассматриваемой территории является монофакторная стадия опустынивания, где максимально развиваются процессы иссушения и дегумификации корнеобитаемого слоя почвы. Усиление этих процессов сопровождается повышением интенсивности антропогенных воздействий, указывая на то, что современная эволюция почвенного покрова ведет к снижению плодородия, повышению солонцеватости, ухудшению водно-физических свойств и других показателей, приближая его к параметрам антропогенного опустынивания.

Современное состояние почвенного покрова нижних предгорий Дагестана и прилегающих регионов определяет необходимость проведения мероприятий по ослаблению начального этапа глобального опустынивания с использованием доступных технологических приемов (Баламирзоев, 2012; Агабалаев, 2017).

Постановка вопроса о проведении мероприятий по борьбе с аридизацией в начальной (слабой) степени объясняется тем, что при отдельном развитии засоления или дефляции почв развитие аридизации лишено устойчивости, вследствие чего сравнительно легко удастся сохранить естественное состояние экосистем, существовавших в предшествующие периоды.

Результаты и обсуждение

Большое значение имеют приемы для устранения дестабилизации почвенных свойств. В развитии и предупреждении процессов дестабилизации экосистем важную роль играет подбор культур, обладающих мочковатой корневой системой и высокой степенью микоризации. Суть микоризации заключается в том, что отдельные виды растений обладают микотрофностью –

механизмом, который разработан Н.В. Лобановой (1971) для древесных растений (рис.). В разработанной системе выявлена степень микоризации и ее зависимость от вида растений (Шемаханова, 1962). Типы корневой мочки древесных пород отличаются по размерам и загущенности скоплений в виде зерен округло-шаровидной формы. Типы корневых ответвлений на разных глубинах формируют узловые концентрации и тонкие извилины преимущественно в средней части распространения корневой системы (Шубин, 1980; Харли, 1963).



Рис. Типы корневой мочки интродуцированных видов растений при различной степени микоризации: а – сильная степень, б – слабая степень.

Установлено, что в толще гумусового горизонта степень воздействия и стабилизации состава и свойства почв зависят от показателя плотности и сложения скопленной массы микоризы (Абдулаев, 2007; Атаев, 2014). По морфологической характеристике корневых ответвлений, обусловленных микоризой, видно, что у высокомикотрофного дуба черешчатого они укорочены в 2.0-2.5 раза. Можно утверждать, что, чем короче корневые ответвления, представляющие микоризу, тем более высокотрофны древесные растения в засушливых условиях (табл. 2)

Таблица 2. Морфологическая характеристика корневых ответвлений последнего порядка засушливых территорий.

Вид древесных растений	Количество корневых ответвлений, шт.		Длина корневых ответвлений одной мочки, см	
	всего	на 1 см главного ответвления	общая	средняя
Дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.)*	165 ± 12.5	1.83 ± 0.1	26.40 ± 1.7	0.16 ± 0.01
Вяз гладкий (<i>Ulmus laevis</i> Pall.)	173 ± 15.2	1.92 ± 0.2	37.02 ± 2.3	0.21 ± 0.02
Бирючина обыкновенная (<i>Ligustrum vulgare</i> L.)	46 ± 5.3	0.80 ± 0.07	18.56 ± 1.4	0.40 ± 0.05

Примечания к таблице: * – латинские названия растений приведены по С.К. Черепанову (1995).

Глубина проникновения корней в почву у сеянцев хвойных пород не превышала 20-25 см. Они имеют слаборазветвленную и малоактивную корневую систему, а для обеспечения себя питательными веществами пользуются услугами микоризных грибов. При их присутствии сеянцы приживаются в засушливых условиях, представляя возможности для интродукции следующих пород: лиственницы, кедра, ели (Абачев, 1995; Адамов, 2010; Акаев, 1996; Лепехина, 2002).

Ослабленная стадия проявления признаков аридизации является начальным этапом естественной подавленности опустынивания под влиянием природных факторов. Формирующиеся различия стадии

количественно выражаются по периодам: весенний период – вторая половина марта до конца мая; осенний период – третья декада февраля, март-апрель со среднесуточной температурой обоих периодов +12-18°C и атмосферными осадками -120-150 мм. Указанные параметры, определяющие соотношение тепла и влаги, являются усредненными, а их диапазон колебания в отдельные годы изменяется в постоянных пределах. Предлагаемая разработка по подавлению процессов опустынивания начиная с первого этапа деградации является нетрадиционной и не требует дополнительных вложений. Однако освоению таких эффективных, но нетрадиционных ресурсов, как микориза древесных растений, уделяется недостаточное внимание. В качестве аналогии можно привести нерациональное использование подземных пресных вод, извлекаемых действующими артезианскими скважинами в Терско-Кумской низменности, где 70-80% воды бесконтрольно разливается по почвенному покрову. Поэтому в категорию нетрадиционных процессов, ослабляющих или подавляющих аридизацию, входит микоризация сильной степенью развития при интродукции древесных растений в защитные лесные полосы засушливого климатического пояса.

Особое значение имеет учет изменений, происходящих на стадии перехода факторов почвообразования в категорию геологических. Переходная стадия сопровождается разрушением почвенно-растительного покрова и потерей биологического потенциала наземных экосистем. Особенности перехода изучены в регионе подробно, но положительных результатов, достигнутых в борьбе с опустыниванием при восстановлении потенциала и разнообразия, характерного первоначальному состоянию, отсутствуют. Одной из главных причин этого является изменение фонового состояния с переходом в необратимую стадию. Главная ее особенность – это преобладание продуктов распада и минерализации над синтезом и накоплением органического вещества, где процессы превращения протекают в противоположном почвообразованию направлении. При этом почвенный покров и экосистемы в целом теряют регуляторные свойства и функции, обуславливающие эволюцию почвенно-растительного покрова (Мигунова, 1978). Доминирование процессов распада и устойчивый их характер выступают в качестве определяющего фактора неудержимого расширения площадей, подверженных глобальным процессам континентального и литогенного опустынивания (Маштаков, Проездов, 2014). Стадии проявления опустынивания завершаются процессами выветривания и превращением почвенной массы в горную породу. Расширение ареалов почв, превращенных в горную породу, протекает повсеместно на всех континентах мира. Для преодоления негативного их влияния вкладываются огромные средства в рамках международных региональных программ и проектов. Кроме того, широким фронтом проводятся исследования физико-химических биологических свойств высших стадий опустынивания и аридизации, их генезиса, эволюции и классификации (Сапанов, 2003). Во всех случаях объектами научного и прикладного исследования являются зоны на высшей стадии опустынивания, т.е. на стадии превращения почвенной массы в категорию горной породы.

Несмотря на вкладываемые средства для применения новых технологий размеры ареалов продуктивных земельных угодий неудержимо сокращаются. Это явление подчеркивает дороговизну и труднодоступность мероприятий, направленных на борьбу с опустыниванием на высшей стадии его проявления.

Выводы

Эффективность мероприятий по борьбе с процессами антропогенного опустынивания проявляется при системном анализе стадийных изменений в состоянии почвенно-растительного покрова.

1. Начало процесса ослабленной аридизации фонового состояния почвенно-растительного покрова характеризуется дестабилизацией развития устойчивых к засухе пород дуба черешчатого, липы мелколистной и др. Уменьшается доступная форма почвенной влаги – до 18-20% от полевой влагоемкости, сохраняется природный уровень плодородия почв.

2. Установлено, что переход к стадии монофакторного опустынивания осуществляется на основе учета биологических особенностей повышения засухоустойчивости растений с применением нетрадиционных способов. Рекомендуются применение метода микоризации корней деревьев для посадки в засушливых условиях. Метод носит предупредительный характер и исключает условия развития антропогенного опустынивания, характерного для нижних предгорий Дагестана и прилегающих регионов. В стадии монофакторного опустынивания отмечается развитие

дегумификации, иссушения, уменьшение питательных элементов в корнеобитаемом слое почв. Усиление этих процессов сопровождается повышением интенсивности воздействий, приближая их к параметрам антропогенного опустынивания.

3. Интродукция микоризованных древесных растений в защитном лесоразведении позволяет в монофакторной стадии опустынивания увеличить приживаемость посадок и количество микоризованных экземпляров. При этом усиливается потенциал их роста и развития. Выявлено положительное значение микоризы при слабой и средней степени засоления, эрозии и солонцеватости почв. Установлено, что, чем короче корневые ответвления, представляющие микоризу, тем более растения высокомикотрофны и устойчивы к засухе и высокой температуре. Более того, микоризные грибы выполняют функции обеспечения питательными элементами и почвенной влагой, а их качественные показатели выдвигают в разряд факторов группы восстановительных процессов.

4. Стадии опустынивания выделены в иерархической последовательности по степени наносимого ими разрушения, изменения и миграции веществ между компонентами природной среды. Проявления их завершаются на высшей стадии процессами выветривания и преобразованием почвенной массы в горную породу. Расширение ареалов почв, превращенных в горную породу, протекает повсеместно. Для преодоления негативного их влияния вкладываются огромные средства в рамках международных, региональных программ и проектов. В значительном объеме проводятся исследования физико-химических и биологических свойств высших стадий опустынивания, их генезиса, эволюции и классификации. Во всех случаях объектами научного и прикладного исследования являются зоны высшей стадии аридизации и опустынивания в условиях превращения почвенной массы в горную породу.

5. Предлагаемый нами биологический метод использования засушливых земель микоризацией корней древесных культур, начиная с низкой (ослабленной) стадии, является нетрадиционным. Борьба с опустыниванием на высших стадиях проявления не дает ожидаемого эффекта и не достигает своего целевого назначения. Трудности связаны с большими затратами, дороговизной мероприятий и отсутствием соответствующего технического обеспечения. Рекомендуемые мероприятия по использованию начального этапа борьбы с опустыниванием являются реальными, т.к. намеченные технологические приемы выполняются общепринятой государственной программой.

Финансирование. Работа выполнена в рамках госзадания Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан по теме № 122021800247-5 (FNM – 2022-0010) «Совершенствование адаптивно-ландшафтной системы земледелия на основе разработки ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и агроэкологической оценки земель». «Совершенствование организационно-экономического механизма повышения эффективности сельскохозяйственного производства РД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абачев К.Ю.* 1995. Флора и растительность бархана Сарыкум и их охрана. Махачкала: ИПЦ ДГУ. 45 с.
- Абдулаев К.А., Магомедова А.З.* 2007. Климатические условия северной части Приморской низменности Дагестана // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. №1 [Электронный ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/klimaticheskie-usloviya-severnoy-chasti-primorskoj-nizmennosti-dagestana> (дата обращения 12.10.2024)].
- Абдусаламова Р.Р., Гасанов А.Р.* 2016. Рациональное использование биологических ресурсов Дагестана на примере Ботанического сада Дагестанского государственного университета // Вестник СПИ. № 2 (18) [Электронный ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/ratsionalnoe-ispolzovanie-biologicheskikh-resursov-dagestana-na-primere-botanicheskogo-sada-dagestanskogo-gosudarstvennogo> (дата обращения 12.10.2024)].
- Агабалаев И.А., Цахуева Ф.П.* 2014. Геологическая и геоморфологическая характеристика предгорий Дагестана // Вестник СПИ. № 3 (11) [Электронный ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/geologicheskaya-i-geomorfologicheskaya-harakteristika-predgoriy-dagestana> (дата обращения 12.10.2024)].
- Адамов М.Г., Адамова Р.М., Курбаналиева Г.С.* 2010. Сукцессии лесных экосистем в Дагестане // Вестник Дагестанского государственного технического университета (Технические науки). Махачкала. № 3 (18). С. 110-115.
- Адамова Р.М.* 2008. Создание информационной базы данных по микротрофности генетических ресурсов дендрофлоры // Вестник Дагестанского государственного университета. Махачкала: Естественные науки.

С. 101-105.

- Адамова Р.М., Казиев М.-Р.А.* 2021. Эколого-биологические аспекты формирования защитных лесных насаждений в аридных регионах // Аридные экосистемы. № 2 (87). С. 26-32. [*Adamova R.M., Kaziev M.-R.A.* 2021. Ecological and Biological Aspects of Formation of Protective Forest Stands in Arid Regions // Arid Ecosystems. Vol. 11. No. 2. P. 135-140.]
- Адамова Р.М.* 2009. Исследование степени развития микоризы видов дендрофлоры в связи с интродукцией // Юг России: экология, развитие. М.: Камертон. № 1. С. 24-28.
- Адамова Р.М.* 2015. Сопряженность микотрофности с особенностями строения корней древесных культур // Труды молодых ученых БФ ДГУ. Махачкала. С. 19-23.
- Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С.* 1996. Физическая география Дагестана: учебное пособие. М.: Школа. 380 с.
- Атаев З.В.* 2014. Ландшафтные районы Предгорного Дагестана // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. № 2 [Электронный ресурс <https://cyberleninka.ru/article/n/landshaftnye-rayony-predgornogo-dagestana> (дата обращения 12.10.2024)].
- Баламирзоев М.А., Бийболатова З.Д., Абдурашидова П.А., Батырмурзаева П.А., Асгерова Д.Б.* 2012. Мониторинг эколого-мелиоративного состояния почвенного покрова Терско-Сулакской дельтовой равнины западного Прикаспия // Мониторинг. Наука и технологии. № 3 (12). С. 6-10.
- Лепехина А.А.* 2002. Флора и растительность Дагестана. Махачкала. 352 с.
- Лобанов Н.В.* 1971. Микотрофность древесных растений. 2-е изд. М.: Лесная промышленность. 216 с.
- Маштаков Д.А., Проездов П.Н.* 2014. Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки – 35.06.02 лесное хозяйство. Саратов: ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». 121 с.
- Методическое руководство: Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. 1988. Л. 227 с.
- Мигунова Е.С.* 1978. Лесоразведение на засоленных почвах. М.: Лесная промышленность. 141 с.
- Сапанов М.К.* 2003. Экология лесных насаждений в аридных регионах. Тула: Гриф и К. 248 с.
- Харли Дж.* Биология микоризы // Микориза растений. М.: Мир. 1963. С. 15-24.
- Черепанов С.К.* 1995. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мир и семья-95. 990 с.
- Шемаханова Н.М.* Микотрофия древесных пород. М.: Изд-во АН СССР. 1962. 374 с.
- Шубин В.И.* 1980. Вопросы микоризообразования в связи с взаимоотношениями почвенных микроорганизмов, задачи исследований // Микоризные грибы и микоризы лесобразующих пород Севера. Петрозаводск. С. 5-31.