



DOI: 10.21178/2079–6080.2025.3.93
УДК 631.617:631.963.3:631.432.22

Выращивание многолетних насаждений в полупустынных ландшафтах без применения орошения

© Г.Н. Гасанов, Р.З. Усманов, Г.М. Гаджиев, Т.А. Асварова, Р.Р. Баширов,
А.С. Абдулаева, Ш.К. Салихов

Growing perennial plants in semi-desert landscapes without irrigation

G.N. Gasanov, R.Z. Usmanov, G.M. Gadzhiev, T.A. Asvarova, R.R. Bashirov, A.S. Abdulaeva, Sh.K. Salikhov (Precaspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences)

The research was carried out on light chestnut saline-saline soil of the Kochubey Biosphere Station of the Russian Academy of Sciences with low moisture capacity and insufficiently supplied with nutrients. The purpose of the study was to identify the possibility of accumulation of vaporous moisture and precipitation moisture in the soil for growing tree plantations in semi-desert conditions without irrigation. Four breeds were used for research: narrow-leaved elm (*Ulmus parvifolia*), cherry plum hybrid (*Prunus cerasifera*) with peach (*Prunus persica*), Ailanthus maxima (*Ailanthus altissima*) and Kazakh poplar (*Populus nigra* L. × *P. bolleana* Lanch.). In total, due to condensation of vaporous moisture and precipitation moisture, when using stone material, 21 mm/m² of vaporous moisture from the atmosphere and soil enters the soil, or 27.3 % more than in the control. The method allows for high rates of linear and radial increments and growth intensity of seedlings. The proposed method of accumulation of vaporous moisture and precipitation moisture in the soil can be used for growing perennial plantings to create islands of green umbrellas in pastures of semi-desert landscapes located far from artesian wells, where there are no conditions for irrigation.

Key words: condensation of vaporous moisture in the soil, accumulation of precipitation, planting pits with stone material, wood species, the lowest moisture capacity, moisture rupture of capillaries

Выращивание многолетних насаждений в полупустынных ландшафтах без применения орошения

Г.Н. Гасанов, Р.З. Усманов, Г.М. Гаджиев, Т.А. Асварова, Р.Р. Баширов, А.С. Абдулаева, Ш.К. Салихов

Цель исследования: выявление возможности накопления парообразной влаги и влаги атмосферных осадков в почве для выращивания древесных насаждений в условиях полупустыни без применения орошения. Для исследований были использованы четыре породы: вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), гибрид алычи (*Prunus cerasifera*) с персиком (*Prunus persica*), айлант высочайший (*Ailanthus altissima*) и тополь казахстанский (*Populus nigra* L. × *P. bolleana* Lanch.). При выращивании саженцев в ямах с каменным материалом в течение апреля и мая важность почвы повышалась по сравнению с контролем на 23,6 и 19,2 % от наименьшей влагоемкости (НВ), соответственно, в сентябре и октябре – на 32,6 и 26,7 %, но наиболее существенной была разница в показателях в самые жаркие месяцы года – в июне (на 46,3 %), в июле (на 66,5 %) и в августе (на 53,3 %). Устойчивое завядание саженца вяза мелколистного в контрольном варианте наступило в середине июля при влажности почвы 22,3 %, в дальнейшем он перестал вегетировать. А в ямах с каменным материалом растения продолжали расти и развиваться, и их устойчивое завядание наступило только в 2022 г., в октябре, когда саженцы прекратили активный рост. Всего за счет конденсации парообразной влаги и влаги атмосферных осадков при использовании каменного материала в почву поступает 21 мм/м² парообразной влаги из атмосферы и почвы, или на 27,3 % больше, чем на контроле. Способ позволяет обеспечить высокие показатели линейного и радиального приростов и напряженности роста саженцев. Предлагаемый способ накопления парообразной влаги и влаги атмосферных осадков в почве может быть использован для выращивания многолетних насаждений для создания островков зеленых зонтов на пастбищах полупустынных ландшафтов, расположенных вдали от артезианских скважин, где нет условий для применения орошения.

Ключевые слова: конденсация парообразной влаги в почве, накопление атмосферных осадков, посадочные ямы с каменным материалом, древесные породы, наименьшая влагоемкость, влажность разрыва капилляров

Гасанов Гасан Никуевич – главный научный сотрудник, д-р с.-х. наук

E-mail: nikuevich@mail.ru

Усманов Раджаб Замилэфендиевич – ведущий научный сотрудник, д-р биол. наук

E-mail: usmanovr1958@mail.ru

Гаджиев Камил Магомедович – старший научный сотрудник, д-р с.-х. наук

E-mail: kamil555372@mail.ru

Асварова Татьяна Азимовна – старший научный сотрудник, канд. биол. наук

E-mail: tatacvar@mail.ru

Баширов Рашид Радифович – научный сотрудник, кандидат с.-х. наук

E-mail: pakduik100@mail.ru

Абдулаева Айшат Саидмагомедовна – научный сотрудник

E-mail: aischat55@mail.ru

Салихов Шамиль Курамагомедович – научный сотрудник

E-mail: salichov72@mail.ru

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук

367000, г. Махачкала, ул. Магомеда Гаджиева, д. 45

E-mail: nikuevich@mail.ru

Введение

Важнейшим путем предотвращения деградации почв и опустынивания в условиях полупустыни является формирование искусственных лесных насаждений [8].

Воздействуя на ветровой и гидрологический режимы местности, древесные насаждения оказывают многостороннее положительное влияние на природную среду, способствуют улучшению свойств и режимов почвы [9, 17]. Влияние отдельно стоящего дерева сосны, например, распространяется на 131–155 м², и только 10–13 % данной площади находится в подкрановом пространстве – в зоне максимального воздействия источника фитополя [16].

Лесные полосы способствуют накоплению снега на полях и поступлению дополнительного количества талых вод в почву. При этом высота снежного покрова в лесополосе на наветренной стороне в условиях Луганской области достигала 9 см, на подветренной – 17 см [7].

Важную роль в повышении продуктивности скота в этих условиях играют зеленые зонты из древесных насаждений, под защитой которых от дневного зноя находятся животные, по сравнению с поголовьем, которое содержится в открытой степи без укрытий [6].

Основной проблемой формирования лесных насаждений в полупустынных условиях является недостаточное количество осадков и отсутствие источников воды для искусственного орошения. На Джанибекском и Аршань-Зельменском стационарах института лесоведения РАН для создания лесополос использовали пресные воды, которые располагаются в виде линз в верхней части более тяжёлых засоленных грунтовых вод при весеннем снеготаянии [8, 17].

Условия Северо-Западного Прикаспия отличаются от перечисленных стационаров более теплым климатом: летний максимум температуры составляет 40 °С, зимний минимум – минус 20 °С, за год выпадает от

150 до 300 мм осадков, основная часть (65–85 %) – в июне и июле, осенью и зимой выпадает 15–35 %. Снежный покров держится в течение 10–15 дней в году, толщина его 5–20 см, в остальное время осадки выпадают в виде дождя или мокрого снега [16]. В этих условиях невозможно накопить достаточно снега для формирования поверхностного стока, которым могут питаться древесные насаждения, они полностью погибают в летние месяцы [11].

В литературе встречаются рекомендации по использованию для выращивания многолетних насаждений конденсированной из воздуха влаги. Э.Г. Аристов с соавт. [3] считают, что атмосферный воздух является гигантским резервуаром влаги. Даже в засушливых районах он содержит, как правило, более 6–10 г воды в 1 м³. При понижении температуры воздуха на 10 °С за счет контакта с подпочвенными горизонтами, из каждого кубометра воздуха конденсируется в жидкое состояние 10 г парообразной влаги, поскольку, по их мнению, почва является эффективным природным конденсатором атмосферной влаги.

Однако не все исследователи придерживаются такой точки зрения. Н.Ф. Кулик, ссылаясь на данные других авторов в этой области и на основе собственных исследований считает, что парообразная влага в почве движется с тепловым потоком, при этом на конденсацию 1 г воды теряется 590 кал тепла. Обычный показатель термодиффузионного переноса влаги составляет 10 % теплового потока, в крупных поровых пространствах (свежевспаханная почва) он возрастает до 25 %, в глинистых бесструктурных грунтах сокращается до 8–6 % и менее. Исходя из этих данных на Приволжских песках при летнем прогреве его показатели, которые определяли при помощи направленных конденсметров, составили соответственно 5,1; 3,3; 2,0 и 1,2 мм. Несмотря на небольшие значения, «этот процесс, вызванный суточными и сезонными

колебаниями температур, является важнейшим условием жизни почв». Благодаря этому «в каждой поре формируется поток дистиллята почвенного раствора, который орошает все живое, находящееся в почве: корни растений, семена, животных. Суммарный сезонный перенос влаги через горизонтальную плоскость в верхних горизонтах (10–20 см) достигает 25 мм» [8].

Нарезка искусственных кротовин и щелей, обеспечивающих более высокую степень циркуляции воздуха в почве, по данным Э.М.-Р. Мирзоева, приводит «к конденсации парообразной влаги атмосферы из-за разности температурного режима в системе «почва–атмосфера». Объем конденсации в летний жаркий период года в аэрированных почвах составляет более 23 мм/га ежедневно» [14].

Важным показателем, регулирующим объем конденсированной влаги в почве, является ее механический состав. Он наиболее высок при значительном содержании в ней камней и гравия. На этом основаны рекомендации по созданию полевых конденсаторов в условиях Средней Азии. Они представляют собой каменные котлованы, заполненные плодородным мелкоземом. После посадки дерева котлован сверху закрывается каменным материалом, размером 1–10 см слоем 10–20 см [13]. Недостатком способа является большая потребность в каменном материале для закладки котлована и необходимость дробления и сортировки его до соответствующих размеров. Это требует дополнительных финансовых, трудовых и материальных затрат.

Известен также «Курганный способ конденсации парообразной влаги в почве» для южных склонов горных районов, где выпадает до 500 мм осадков [4, 12]. Он заключается в том, что на расстоянии 1,5 м от штамба саженца дерева выкапывают 4 ямы, ориентированные по сторонам света, на глубину 0,6–0,8 м, шириной 0,3–0,4 м. От каждой ямы до штамба дерева роется траншея, глубина ко-

торой составляет 0,4–0,5 м, ширина – 0,3–0,4 м. Вокруг штамба саженца, радиусом 1,5 м также роется траншея, сопряженная с ямами, глубиной 0,4–0,5 м, шириной 0,3–0,4 м. Все траншеи и ямы заполняются каменным материалом до поверхности почвы, где вокруг посаженного саженца создается каменный курган, охватывающий все выкопанные ямы и траншеи. Его площадь имеет радиус 1,5 м, высота слоя камня – не менее 0,6 м. Недостатком способа, наряду с большим расходом каменного материала, является, то, что конденсация влаги происходит вокруг дерева в почве на расстоянии 1,5 м от саженца и на поверхности почвы, в связи с чем значительная часть накопленной влаги теряется на физическое испарение.

Перечисленные способы конденсации влаги одновременно способствуют лучшему проникновению атмосферных осадков в почву, но происходит это в два этапа: первый этап – поглощение воды почвой методом инфильтрации под влиянием сорбционных и капиллярных сил; второй этап – фильтрация ее через толщу насыщенной влагой почвы под действием силы тяжести и градиента напора в более глубокие слои. Но в условиях полупустыни значительная часть выпавших осадков теряется на физическое испарение с поверхности почвы, не успев проникнуть на значительную глубину. В этих условиях необходимо добиться провальной водопроницаемости осадков в почву для накопления всей влаги атмосферных осадков в яме с посаженным в ней саженцем древесных пород.

Целью наших исследования является изучение возможности накопления парообразной влаги и влаги атмосферных осадков в почве для выращивания древесных насаждений в условиях полупустыни без применения орошения.

Объекты и методы исследования

Для исследований возможности использования парообразной влаги и влаги атмо-

сферных осадков в почве для выращивания древесных насаждений в условиях Терско-Кумской полупустыни (Северо-Западный Прикаспий) были использованы четыре породы: вяз мелколистный (*Ulmus parvifolia*), гибрид алычи с персиком (*Prunus cerasifera* × *Prunus persica*), айлант высочайший (*Ailanthus altissima*) и тополь казахстанский (*Populus nigra* L. × *P. bolleana* Lanch.).

Объект исследования представлял собой «эолово-аккумулятивную волнистую равнину с преимущественным распространением светло-каштановых супесчаных и легкосуглинистых почв, а также солончаков и песков, сильно подверженных дефляции, засолению и опустыниванию» [18].

Почва экспериментального участка светло-каштановая легкосуглинистая, объемная масса слоя 0–20 см – 1,25 г/см³, НВ – 19,2 %. Содержание питательных элементов в пахотном слое (мг/100 г почвы): N – 4,5; P₂O₅ – 1,3; K₂O – 28,2.

Посадки древесных пород проведены в декабре 2021 г. двухлетними саженцами (по 4 шт. каждой породы) в ямы глубиной 0,8 м, радиусом 0,4 м – по обычной технологии (контроль) и в ямы таких же размеров – с каменным материалом. При этом по бокам и по дну ямы с четырех сторон в продольном и поперечном направлениях делали углубления на 0,2 м, шириной 0,2 м, которые заполняли камнями (рис. 1).



Рис. 1. Укладка каменного материала по дну и бокам ямы для посадки саженцев

Одновременно с заполнением ямы почвой наращивали боковые каменные стойки по всем четырем сторонам ямы от дна до верха. На поверхности почвы вокруг саженца создавали каменный курган диаметром 1,0 м, высотой 0,3 м. Каменный «крест» на дне ямы, стойки по всем четырем ее сторонам и курган сообщаются между собой (рис. 2). Заросли сорного растения курая (солянки иберийской – *Salsola iberica*), накопленные вокруг саженца, в некоторой степени предотвращают потери влаги из почвы.

Расход каменного материала на одно посадочное место при такой технологии составляет 0,12 м³, в том числе на каменный крест

на дне ямы – 0,04 м³, стойки по бокам ямы – 0,1 м³, курган вокруг дерева на поверхности почвы – 0,07 м³.

Влажность почвы определяли термостатно-весовым методом ежемесячно, с апреля по октябрь включительно, по глубинам: 0, 10; 10–20; 20–40; 40–60 и 60–80 см в соответствии с «Руководством по определению агрогидрологических свойств почвы. РД (руководящий документ) 52.33.219.–2022 [15].

В период вегетации учитывали линейный рост саженцев, количество и длину побегов, диаметр ствола на уровне 1,3 м от поверхности почвы, напряженность роста деревьев – по известным методикам [10].



Рис. 2. Каменный курган вокруг саженца вяза мелколистного под защитой сухой массы курая иберийского

Результаты и их обсуждение

Известно, что в дневные часы движение теплого воздуха атмосферы направлено от поверхности к более глубоким слоям почвы, парообразная влага, которая содержится в нем, соприкасаясь с каменным материалом, отличающимся меньшей теплопроводностью, чем воздух, конденсируется по всей его поверхности [1, 2, 4]. В ночные часы наступает второй этап конденсации парообразной влаги, но уже из почвенного воздуха, когда теплый воздух из более глубоких слоев перемещается к поверхности почвы, где почва и каменный материал имеют относительно низкие температуры.

Движение парообразной влаги осуществляется на базе запасов воды, содержащейся в почве и в атмосфере, и подчиняется ритму сезонных и суточных тепловых потоков, а

объем переноса пропорционален величине этого потока. А.А. Роде, обобщив результаты экспериментальных работ по конденсации парообразной атмосферной влаги в почве, пришел к выводу, что летняя ночная конденсация влаги в сухих поверхностных горизонтах почвы в размере 0,1–0,2 мм – явление повсеместное, а возможность конденсации атмосферной влаги в зоне аэрации и на уровне грунтовых вод не имеет достаточного обоснования [по: 7].

В период летнего прогрева зоны аэрации на ключевом участке Приволжских песков через 1 см² горизонтальной плоскости на глубине 50 см в нижние горизонты проходит 3 тыс. кал. тепла, на глубине 100 см – 2,5, 200 см – 1,7 и на глубине 300 см – 1 тыс. кал. Соответственно, внутрпочвенный перенос пара в нижние горизонты составил 5,1; 3,3;

2,0 и 1,2 мм. Такие же величины переноса в обратном направлении фиксируются в холодный период года. Движение парообразной влаги затухает полностью в зоне постоянных температур [5, 7].

Мы в своих исследованиях использовали саженцы вяза мелколистного, тополя казахстанского, гибрида алычи с персиком и айланта высочайшего, которые, по данным других исследователей, способны противостоять суровым условиям полупустыни [13]. Ранее приведенная схема укладки каменного материала в посадочной яме способствовала интенсификации процесса конденсации парообразной влаги из атмосферы и нижних слоев почвы, а также полному поступлению атмосферных осадков к корням высаженного растения. В контрольном варианте при посадке саженцев каменный материал не добавляли.

После посадки в декабре 2021 г. провели полив вручную из расчета 20 литров воды на посадочную яму, как это предусмотрено агро-требованиями. При этом влажность почвы составила 18,7 % от абсолютно-сухой почвы (97,6 % наименьшей влагоемкости). Через 4 месяца (апрель 2022 г.) за зимний период в контроле влажность снизилась на 25,3 %, а в варианте с каменным материалом – на гораздо меньшую величину – на 14,3 %. Устойчивое завядание саженца вяза мелколистного в контрольном варианте наступило в середине июля при влажности почвы 22,4 %, в дальнейшем он перестал вегетировать (рис. 3). А в ямах с каменным материалом растения продолжали расти и развиваться и их устойчивое завядание наступило в 2022 г. в начале октября, когда саженцы прекратили активный рост.



Рис. 3. Засохший в год посадки саженец вяза мелколистного, в варианте посадки без каменного материала (контроль)

Отмеченное нами повышение влажности почвы в период от посадки до начала активного роста деревьев, очевидно, обусловлено поступлением конденсированной влаги из слоев почвы вокруг посадочной ямы в холодное время года.

Годы исследований существенно отличались между собой по сумме атмосферных осад-

ков. Наибольшее количество их – 267,9 мм – выпало в 2023 г. Это больше, чем в 2022 г. на 40,9%, а по сравнению с 2024 г. – на 53,3 %. Но если в 2022 г. сумма осадков за период активной вегетации деревьев (с 01.04 до 01.11) составила 121,7 мм, то в 2023 г. их выпало больше на 32,9 %, а в последний год исследований – на 43,2 % меньше, чем в 2022 г. (табл. 1).

Таблица 1

Сумма осадков по годам и периодам вегетации деревьев за 2022–2024 гг.

Год	Сумма осадков				
	Всего, мм	В том числе			
		В период с 01.01 по 01.11, мм	Относительно 2022 г., %	В период с 01.04 по 01.11, мм	Относительно 2022 г., %
2022	279,8	158,1	100,0	121,7	100,0
2023	386,7	225,0	142,3	161,7	132,9
2024	268,2	199,1	125,9	69,1	56,8

Из приведенных данных следует, что худшие условия увлажненности почвы для жизнедеятельности саженцев сложились в 2024 г., а наиболее благоприятные – в 2023 г.

Согласно нашим исследованиям, наименьшая влагоемкость (НВ) светло-каштановой супесчаной почвы экспериментального участка составляла 19,2 % от массы абсолютно сухой почвы, влажность устойчивого завядания (ВУЗ) – 4,4% (22,9 % от НВ), максимальная гигроскопичность (МГ) – 2,9 % (15,1 % от НВ). Наблюдения за влажностью почвы в посадочных ямах с саженцами показали, что в контрольном варианте без каменного материала ВУЗ в 2022 и 2023 гг. наступила в июле, в 2024 г. – уже в июне, а в последующие три месяца вегетационного периода опустилась ниже уровня МГ (рис. 4–6).

В варианте выращивания саженцев в ямах с каменным материалом ВУЗ наступила в 2022 г. только в октябре. В этот год полностью высохли саженцы тополя казахстанского и айланты. В 2023 году ВУЗ была выше, чем в 2022 г. в течение всего периода вегетации. Такие показатели влажности почвы позволили нормально расти вязу мелколистному и гибриду алычи с персиком до наступления морозов. А в 2024 г., вегетационный период которого отличался наибольшей засушливостью по сравнению с двумя предшествовавшими, ВУЗ наступила еще в начале сентября, начиная с середины месяца она приблизилась к МГ. Это и явилась причиной выпадения саженцев гибрида алычи с персиком. А вяз мелколистный выдержал указанные температурные режимы и продолжал вегетировать до наступления морозов.

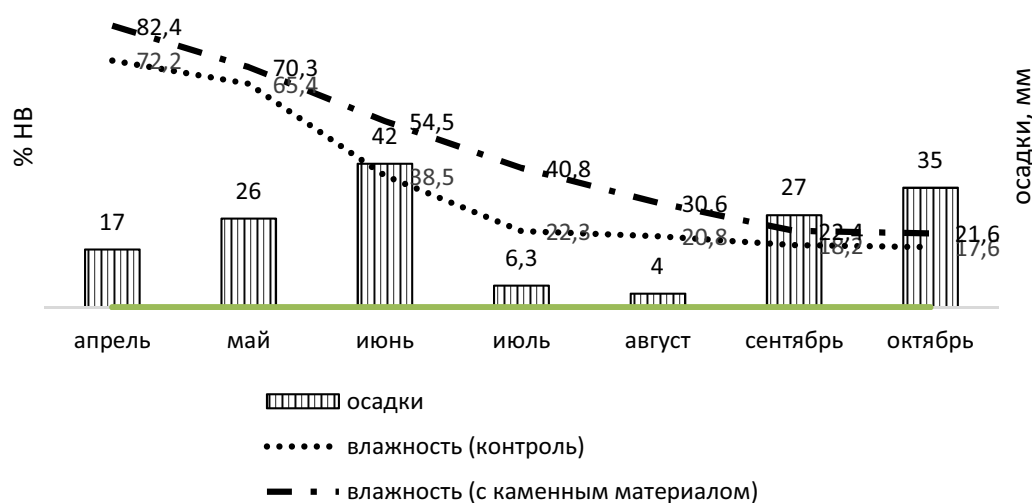


Рис. 4. Количество осадков и динамика влажности почвы в слое 0–80 см в вариантах с каменным материалом и без него в 2022 г.

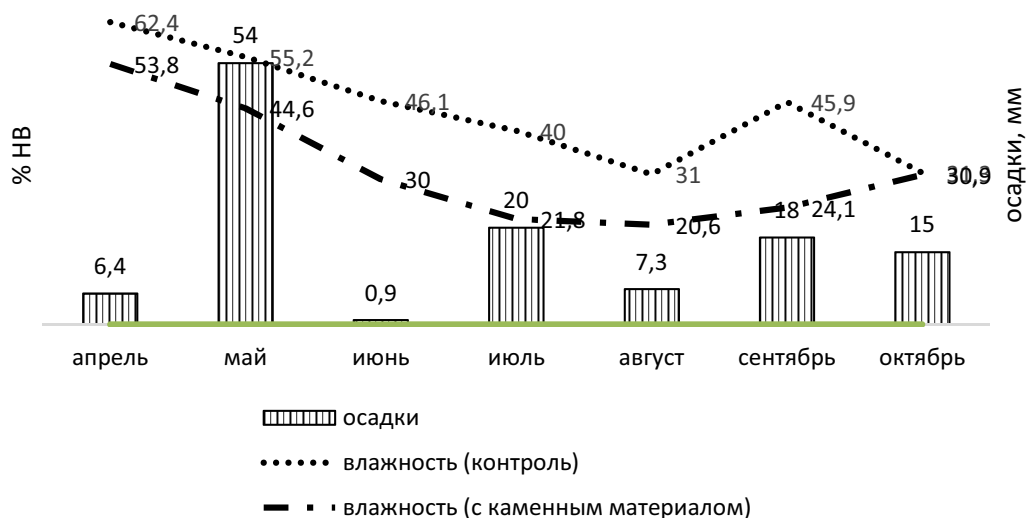


Рис. 5. Количество осадков и динамика влажности почвы в слое 0–80 см в вариантах с каменным материалом и без него в 2023 г.

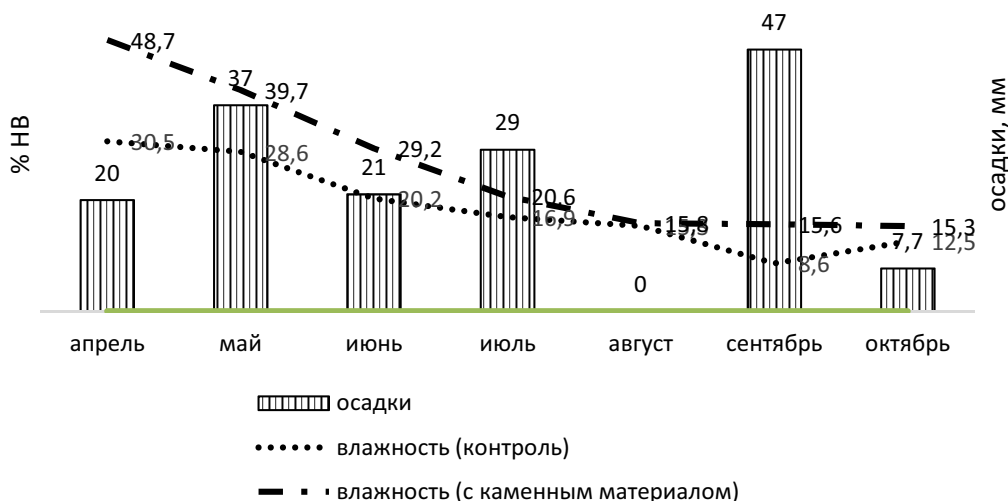


Рис. 6. Количество осадков и динамика влажности почвы в слое 0–80 см в вариантах с каменным материалом и без него в 2024 г.

Если судить по годам исследований, то при выращивании саженцев вяза мелколистного влажность почвы в среднем за семь месяцев в контроле составила в 2022 г. 34,1 % от НВ, в 2023 г. – 33,9, в 2024 г. – 17,0 %, или соответственно на 24,1; 30,4 и 32,1 % меньше, чем в экспериментальном варианте. При выращивании саженцев в ямах с каменным материалом в течение апреля и мая важность почвы повышалась по сравнению с контролем на 26,0 и 71,0 % со-

ответственно, в сентябре и октябре – на 67,0 и 24,9 %, но наиболее существенной была разница в показателях в самые жаркие месяцы года – в июне (2,2 раза), в июле (на 90,6 %) и в августе (на 87,4 %) (табл. 2).

Анализ экспериментальных данных по влажности почвы за период выращивания саженцев вяза мелколистного показывает, что запас влаги в почвенном слое глубиной 0,8 м площадью 1 м² в среднем за 2022–2024 гг. в контрольном варианте составил 426 мм, в ва-

рианте с каменным материалом – больше на 33,8 %. Всего за счет конденсации влаги и влаги атмосферных осадков при использовании каменного материала в почву поступает 144 мм/м² парообразной влаги из атмосферы и почвы (табл. 3).

Саженьцы вяза мелколистного, посаженного в декабре 2021 г., в контрольном варианте к первой декаде июня, перед тем как они полностью высохли, сформировали два побега, линейный рост составил в среднем 9 см. В случае с использованием каменного материала

при посадке саженцев к 2024 г. они сформировали 10 побегов, в последующие два года количество их увеличилось в 2,6 раза (табл. 4).

Средний линейный рост годичных побегов достиг 26 см, высота саженца с 0,87 см в первый год вегетации увеличивается в 2,06 раза в третьем году. Диаметр ствола при этом вырос на 29,0%, напряженность роста – на 14,3%, что свидетельствует об активности процессов жизнедеятельности саженцев, выращенных с использованием каменного материала в условиях полупустыни.

Таблица 2

Влажность почвы в посадочных ямах с саженцами вяза мелколистного в слое 0–0,8 м в течение вегетационного периода в зависимости от способа накопления влаги в них

Месяц	Влажность почвы, % от НВ			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее значение
Без каменного материала – контроль				
Апрель	72,2	53,8	30,5	52,2
Май	65,4	44,6	28,6	46,2
Июнь	38,5	30,0	20,2	29,6
Июль	22,3	21,8	16,9	20,3
Август	20,8	20,6	15,3	18,9
Сентябрь	18,2	24,1	8,6	17,0
Октябрь	17,6	30,9	12,5	20,3
В среднем	36,4	32,3	18,9	29,2
С каменным материалом				
Апрель	82,4	62,4	48,7	64,5
Май	70,3	55,2	39,7	55,1
Июнь	54,5	46,1	29,2	43,3
Июль	40,8	40,0	20,6	33,8
Август	30,6	31,0	15,8	25,8
Сентябрь	22,4	40,9	15,6	26,3
Октябрь	21,6	30,9	15,6	22,7
В среднем	46,1	43,8	26,5	38,8

Таблица 3

Среднемесячное и среднесуточное накопление конденсированной влаги и влаги атмосферных осадков в почве посадочных ям за период вегетации вяза мелколистного

Месяц	Количество влаги в почве, мм/м ²			
	2022 г.	2023 г.	2024 г.	Среднее значение
Без каменного материала – контроль				
Апрель	1056	783	380	760
Май	730	532	342	676
Июнь	456	365	296	372
Июль	327	319	243	296
Август	274	304	190	274
Сентябрь	266	319	129	251
Октябрь	258	80	152	296
Всего	3367	3002	1732	2925
В среднем за месяц	481	429	247	418
В среднем за сутки	16,0	14,3	8,2	14,0
С каменным материалом				
Апрель	1200	1216	942	1119
Май	1026	1110	806	981
Июнь	798	980	654	811
Июль	669	661	517	616
Август	524	456	456	479
Сентябрь	327	600	228	385
Октябрь	311	448	228	329
Всего	4855	5461	3831	4716
В среднем за месяц	694	780	547	674
В среднем за сутки	23,0	26,0	18,0	22,5

Таблица 4

Количество и линейный рост вяза мелколистного в зависимости от способа накопления влаги в посадочной яме

Год	Линейный рост саженца, м	Количество побегов, шт.	Средний линейный рост годовых побегов, см	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см	Напряженность роста саженцев
Без каменного материала – контроль					
2022	0,13	2	9	не учитывали	не учитывали
2023	0	0	0	не учитывали	не учитывали
2024	0	0	0	не учитывали	не учитывали
С каменным материалом					
2022	0,87	4	10	не учитывали	не учитывали
2023	1,52	6	14	3,1	0,49
2024	2,26	10	26	4,0	0,56

Заключение

Наиболее выносливой к условиям аридного климата древесной породой в Северо-Западном Прикаспии является вяз мелколистный. Эффективным способом накопления влаги для его выращивания является посадка в яму с каменным материалом в виде креста по дну ямы глубиной 20 см, шириной 20 см, стоек по четырем сторонам таких же размеров и создание каменного кургана с щебенкой на поверхности почвы высотой 30 см. Влажность почвы в такой яме в период активного роста деревьев не опускается до ВУЗ в самые засушливые годы с суммой осадков за вегетационный период 69 мм. В ямах без каменного материала ВУЗ наступает в середине июля, и саженцы засыхают в первый же год вегетации. Всего за счет конденсации парообразной влаги и влаги атмосферных осадков при использовании каменного материала в

почву поступает 8 мм/м² парообразной влаги в сутки из атмосферы и почвы, или на 60,7 % больше, чем в контроле.

Предлагаемый способ накопления парообразной влаги и влаги атмосферных осадков в почве может быть использован для выращивания многолетних насаждений в «островках» зеленых зонтов из 5–10 деревьев на пастбищах полупустынных ландшафтов, расположенных вдали от артезианских скважин, где нет условий для применения орошения.

Исследование выполнено в рамках государственного проекта «Динамика почвенного покрова и биопродуктивности экосистем Северо-Западного Прикаспия и Восточного Кавказа» в Прикаспийском институте биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук (проект № АААА-А20–120062990014–2).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамова, М.М. О передвижении парообразной влаги в почве / М.М. Абрамова // Почвоведение. – 1963. – № 10. – С. 49–63.
2. Алишаев, М.Г. Испарение и конденсация влаги в кротованной почве / М.Г. Алишаев // Инженерно-физический журнал. – 2015. – Т. 88, № 6. – С. 1321–1327.
3. Аристов, Э.Г. К вопросу о возможности использования атмосферной влаги в хозяйственной деятельности / Э.Г. Аристов, В.Г. Селиванов, Н.Н. Краховецкий // Труды Крымской Академии наук. – Симферополь : ИТ «Ариал», 2020. – 118 с.
4. Гасанов, Г.Н. Использование парообразной влаги для выращивания плодовых древесных культур на южных склонах гор / Г.Н. Гасанов, Ш.К. Салихов, Р.Р. Баширов [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2022. – № 11 (217). – С. 5–10.
5. Грибачева, О.В. Оценка влияния полевосащитной лесополосы на отложение снежного покрова в УНПАК ЛНАУ «Колос» / О.В. Грибачева, А.И. Чернодубов, Д.В. Сотников // Лесотехнический журнал. – 2020. – Т. 10, № 3 (39). – С. 43–53.
6. Касьянов, Ф.М. Лесомелиорация и животноводство / Ф.М. Касьянов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 160 с.
7. Колесников, А.В. Водный режим и водный баланс лугово-каштановых почв под колочными лесными насаждениями / А.В. Колесников // Вестник Поволжского ГТУ. – 2019. – № 4 (44). – С. 48–58.
8. Кулик, А.В. Повышение мелиоративной эффективности лесополос в засушливых условиях / А.В. Кулик, А.Т. Барабанов, О.А. Гордиенко, М.Р. Шайфуллин // Аридные экосистемы. – 2023. – Т. 29 (94), № 4. – С. 105–112.
9. Манаенков, А.С. Актуальные задачи лесной мелиорации в Терско-Кумском междуречье / А.С. Манаенков, Г.А. Сурхаев, И.Г. Сурхаев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 2 (46). – С. 97–104.

10. Михайлова, М.И. Текущая сохранность, напряженность роста и санитарное состояние деревьев сосны обыкновенной в приспевающих географических лесных культурах Воронежской области / М.И. Михайлова, М.П. Чернышов // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 12, № 1 (45). – С. 56–67.
11. Муратчаева, П.М.-С. Мониторинг состояния древесных пород в искусственных насаждениях Терско-Кумской низменности / П.М.-С. Муратчаева // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20, № 1 (58). – С. 39–44.
12. Пат. № 2629228 Российская Федерация, МПК E03B 3/28 (2006.01), A01G 25/00 (2006.01), A01G 27/00 (2006.01), B01D 5/00 (2006.01), A01B 79/02 (2006.01). Курганный способ конденсации паробразной влаги в почве : № 2014152063 : заявл. 22.12.2014: опубл. 28.08.2017 / Асадуллаев З.М., Гасанов Г.Н., Мирзоев Э.М.-Р., Газиев М.А., Баламирзоев М.А., Магомедов И.А. ; заявитель ФГБУН ПИБР ДНЦ РАН, ФГБУН ГорБс ДНЦ РАН. – 5 с.: ил. – 2.
13. Пат. № 1371552 СССР, МПК A01B 79/02 (2006.01). Полевой конденсатор паробразной влаги атмосферы : № 3919496 : заявл. 29.03.1985 : опубл. 07.02.1988 / Лукин Н.Ф. – 2 с. : ил.
14. Пат. № 1732829 СССР, A01B 79/02(2006.01), A01G 25/00(2006.01). Способ конденсации паробразной влаги в почве : № 4825647 : заявл. 15.05.1990 : опубл. 15.05.1992 / Мирзоев Э.М.-Р., 2 с., ил. 1.
15. Руководство по определению агрогидрологических свойств почвы : РД 52.33.219–2022 (утв. и введен в действие Приказом Росгидромета от 29.12.2022 N 946) / Росгидромет; Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2022, 151 с.
16. Рулёва, О.В. Средообразующие функции лесных полос в аридных условиях / О.В. Рулёва, З.М. Казиева // Вестник ПГТУ. – 2023. – № 3 (39). – С. 98–106.
17. Сапанов, М.К. Научное наследие Джаныбекского стационара : монография / М.К. Сапанов, А.В. Колесников, М.Л. Сиземская. – М. : Т-во науч. изд. КМК, 2012. – 97 с.
18. Усманов, Р.З. Характеристика эколого-географических условий Северо-Западного Прикаспия / Р.З. Усманов / В монографии: Кизлярские пастбища. Экологическое состояние. Приемы восстановления продуктивности дефлированных и засоленных почв. – М. : Знание-М, 2023. – С. 8–21.

REFERENCES

1. Abramova M.M. On the movement of vaporous moisture in the soil. *Soil Science [Pochvovedenie]*, 1963, no. 10, pp. 49–63. (In Russian).
2. Alishaev M.G. Evaporation and condensation of moisture in mole soil. *Engineering Physics Journal [Inzhenerno-fizicheskii zhurnal]*, 2015, vol. 88, no. 6, pp. 1321–1327. (In Russian).
3. Aristov E.G., Selivanov V.G., Krakhovetsky N.N. On the possibility of using atmospheric moisture in economic activities. *Proceedings of the Crimean Academy of Sciences [Trudy Krymskoi Akademii nauk]*. Simferopol, IT “Arial”, 2020, 118 p. (In Russian).
4. Gasanov G.N, Salikhov Sh.K., Bashirov R.R., Gadzhiev K.M., Yakhiyaev M.A., Abdulaeva A.S. Use of vaporous moisture for growing fruit tree crops on the southern slopes of the mountains. *Bulletin of Altai State Agrarian University [Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta]*, 2022, no. 11 (217), pp. 5–10. (In Russian).
5. Gribacheva O.V., Chernodubov A.I., Sotnikov D.V. Assessment of the impact of a shelterbelt on snow cover deposition in the LNAU “Kolos” forestry and forestry complex. *Forestry Journal [Lesotekhnicheskii zhurnal]*, 2020, vol. 10, no. 3 (39), pp. 43–53. (In Russian).
6. Kasyanov F.M. Forest reclamation and animal husbandry. Moscow, Agropromizdat, 1985, 160 p. (In Russian).
7. Kolesnikov A.V. Water regime and water balance of meadow-chestnut soils under forest stands. *Bulletin of the Volga State Technical University [Vestnik Povolzhskogo GTU]*, 2019, no. 4 (44), pp. 48–58. (In Russian).

8. Kulik A.V., Barabanov A.T., Gordienko O.A., Shaifullin M.R. Increasing the meliorative efficiency of forest belts in arid conditions. *Arid ecosystems [Aridnye ehkosistemy]*, 2023, vol. 29 (94), no. 4, pp. 105–112. (In Russian).
9. Manaenkov A.S., Surkhaev G.A., Surkhaev I.G. Current tasks of forest reclamation in the Terek-Kuma interfluvium. *News of the Lower Volga Agrarian University Complex. Science and Higher Professional Education [Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie]*, 2017, no. 2 (46), pp. 97–104. (In Russian).
10. Mikhailova M.I., Chernyshov M.P. Current safety, growth intensity and sanitary condition of Scots pine trees in maturing geographical forest cultures of the Voronezh region. *Forestry journal [Lesotekhnicheskii zhurnal]*, 2021, vol. 12, no. 1 (45), pp. 56–67. (In Russian).
11. Muratchaeva P.M.-S. Monitoring the condition of tree species in artificial plantations of the Terek-Kuma Lowland. *Arid ecosystems [Aridnye ehkosistemy]*, 2014, vol. 20, no. 1 (58), pp. 39–44. (In Russian).
12. Patent No. 2629228 Russian Federation, IPC E03B 3/28 (2006.01), A01G 25/00 (2006.01), A01G 27/00 (2006.01), B01D 5/00 (2006.01), A01B 79/02 (2006.01). Kurgan method of condensation of vaporous moisture in soil : No. 2014152063 : application 22.12.2014: published 28.08.2017 / Asadullaev Z.M., Hasanov G.N., Mirzoev E.M.-R., Gaziev M.A., Balamirzoev M.A., Magomedov I.A. ; the applicant is FGBUN PIBR DNC RAS, FGBUN GorBs DNC RAS. – 5 p.: ill. – 2. (In Russian).
13. Patent No. 1371552 USSR, IPC A01B 79/02 (2006.01). Field condenser of atmospheric vaporous moisture : No. 3919496 : application 29.03.1985 : published 07.02.1988 / Lukin N.F. – 2 p., ill. (In Russian).
14. Patent No. 1732829 USSR, A01B 79/02 (2006.01), A01G 25/00(2006.01). Method of condensation of vaporous moisture in the soil : No. 4825647 : application 15.05.1990 : published 15.05.1992 / Mirzoev E.M.-R. – 2 p. : ill. 1. (In Russian).
15. Guidelines for determining the agrohydrological properties of the soil. RD (guidance document) 52.33.219–2022 (approved and put into effect by Order of the Russian Hydrometeorological Service dated 12/29/2022 N 946). Roshydromet; Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, 2022, 151 p. (In Russian).
16. Ruleva O.V., Kazieva Z.M. Habitat-forming functions of forest belts in arid conditions. *Bulletin of PSTU [Vestnik PGTU]*, 2023, no. 3 (39), pp. 98–106. (In Russian).
17. Sapanov M.K., Kolesnikov A.V., Sizemskaya M.L. Scientific heritage of the Dzhanibek station. Monograph. Moscow, Scientific publishing house KMK, 2012, 97 p. (In Russian).
18. Usmanov, R.Z. Characteristics of the ecological and geographical conditions of the Northwestern Caspian region. In the monograph: Kizlyar pastures. Ecological condition. Methods for restoring the productivity of deflated and saline soils. Moscow, Knowledge-M, 2023, pp. 3–21 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 21.04.2025