УДК 634.21:574.4:631.672.3(470.67)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ ВНУТРЕННЕГОРНОГО ДАГЕСТАНА

Асадулаев З.М., Мирзоев Э.М.-Р., Газиев М.А., Залибеков М.Д., Габимова А.Д.
ФГБУН «Горный ботанический сад» ДНЦ РАН, РФ, Махачкала, e-mail: asgorbs@mail.ru

В работе представлены результаты испытания каменного кургана, предназначенного для снабжения влагой деревьев абрикоса методом конденсации паровоздушной воды из атмосферы на аридных южных склонах Внутреннегорного Дагестана. Площадь склонов, малоприспособленных под сады, из-за недостатка воды и отсутствия возможности орошения, в Горном Дагестане составляет более 300 тыс. га. Опыт показал, что существует реальная возможность для освоения таких земель под посадку абрикоса путем использования каменных конденсаторов для получения воды из атмосферы. Это курганный каменный способ конденсации паровоздушной воды атмосферы, основанный на выкопке систем ям и траншей при посадке дерева. Вокруг пристовольного круга на расстоянии 1,5 м от центра в противоположных направлениях копают 4 ямы глубиной 0,6–0,8 м и шириной 0,3 м. Далее по линии пристовольного круга и от ям до центра копают траншеи глубиной 0,4–0,5 м и шириной 0,3 м. Затем ямы, траншеи и весь пристовольный круг, заполняются речными обкатанными камнями, чтобы образовался курган высотой от центра до 0,6–0,8 м. Образующаяся при конденсации паровоздушная влага атмосферы даёт возможность обеспечить посаженное дерево необходимым количеством воды для своего роста и плодоношения. Использование данного способа позволило в среднем за три года увеличить общий прирост побегов абрикоса в 8 раз по сравнению с контролем. Таким образом, каменный курган в засушливых условиях Горного Дагестана играет существенную роль в воздухообмене и накоплении конденсированной атмосферной влаги камнями в районе корневой системы, значительно улучшая тем самым условия воздухообмена и увлажнения корнеобитаемого слоя почвы.

Ключевые слова: речные камни-булыжники, курган, конденсация атмосферной влаги, ямы, траншеи, деревья абрикоса

THE USE OF VAPOROUS MOISTURE OF THE ATMOSPHERE FOR WATER SUPPLY OF WOOD PLANTS IN ARID CONDITIONS OF INLAND DAGESTAN

Asadulaev Z.M., Mirzoev E.M., Gaziev M.A., Zalibekov M.D., Gabimova A.D.

Mountain Botanical garden, Dagestan Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala,
e-mail: asgorbs@mail.ru

The paper presents the test results of a stone mound supplying moisture to apricot trees by condensation of vapor water from the atmosphere on the arid southern slopes of the Inland Dagestan. There are more than 300 thousand hectares of slopes unsuitable for gardens due to lack of water and lack of irrigation in the mountainous Dagestan. Experience has shown that there is a real opportunity to develop such land for planting apricots by using stone condensers to produce water from the atmosphere. This is a barrow stone method of condensation of vapor-like water of the atmosphere, based on the excavation of pit and trench systems during tree planting. 4 pits are dug with a depth of 0.6-0.8 and a width of 0.3 m around the shaft circle at a distance of 1.5 m from the center in opposite directions. Then, along the line of the shaft and from the pits to the center, they dig trenches with a depth of 0.4-0.5 and a width of 0.3 m. then, the pits, trenches and the entire shaft are filled with river rolled stones to form a mound with a height from the center to 0.6-0.8 m. the vaporous moisture of the atmosphere formed during condensation makes it possible to provide the planted tree with the necessary amount of water for its growth and fruiting. The use of this method has allowed to rise total increase in apricot shoots 8 times compared to the control in three years approx. Thus, the stone mound in arid conditions of Dagestan mountains plays an important role in the air exchange and accumulation of condensed atmospheric moisture by stones in the area of the root system, thus significantly improving the conditions of air exchange and moisture of the root layer of the soil.

Keywords: river stones, barrow, condensation of atmospheric moisture, pits, trenches, apricot trees

Общая площадь Дагестана 5,03 млн га, из них горы и предгорья занимают 60% территории и около 40% сельхозугодий. А сельскохозяйственно бесполезные, оголенные, сухие, покрытые редкой ксерофитной растительностью склоны, занимают территорию, превышающую миллион гектаров. Под садами, виноградниками, пашней и сенокосами используются только 300 тыс. га, или 11% сельхозугодий.

Площадь, занятая под садами, в 1960 г. по всем категориям хозяйств составляла

65,5 тыс. га. С начала 1990-х гг. площади садов во всех категориях хозяйств к 2009 г. сократились до 26,2 тыс. га и, как результат – Дагестан не покрывает даже половины собственной потребности во фруктах.

С целью расширения садов важную роль должны сыграть горно-долинные районы Дагестана. На эти районы, считающиеся наиболее оптимальными для возделывания абрикоса и персика, приходится 0,778 млн га (15,5%).

Промышленные сады здесь расположены в основном вдоль долин крупных рек

Аварского и Андийского Койсу и их притоков. Наличие воды для орошения сделали этот район издавна крупным центром садоводства.

Однако большая часть территории занята склонами с маломощными смытыми почвами и каменистыми осыпями. Территория их даже по скромным подсчетам занимает более 300 тыс. га, из которых больше половины приходится на склоны южных экспозиций малопригодных для освоения под сады из-за недостатка воды и отсутствия возможности орошения.

Поэтому если удастся освоить хотя бы 1 % этих бесплодных сухих земель горно-долинных районов Дагестана под посадку абрикоса, то это составит до 3 тыс. га, что дало бы возможность почти в два раза увеличить площадь под насаждениями абрикоса. Основная проблема здесь – дефицит атмосферного увлажнения и недостаток влаги в почвенном профиле при общих благоприятных температурных условиях для возделывания абрикоса. А температурный фактор является наиболее важным, так как в основном определяет жизненные функции абрикоса.

Абрикос относится к числу наиболее засухоустойчивых плодовых пород. По данным Ю.В. Трунова [1], абрикос успешно произрастает на таких почвах, на которых другие плодовые культуры не могут расти. Эти ценные биологические особенности абрикоса связаны с расположением его корневой системы, проникающей на значительную глубину. Глубокое проникновение мощных, с большой поглощающей способностью корней абрикоса исторически определилось условиями его произрастания в диком виде на каменистых склонах.

Однако культурные сорта абрикоса не могут развиваться и давать высокие урожаи в условиях высокого дефицита влаги.

При недостаточной влажности почвы происходит подавление ростовых процессов, уменьшается прирост и общая листовая поверхность, угнетается рост корневой системы, интенсивность дыхания выше и уменьшается зимостойкость и морозостойкость генеративных почек [2].

Основой плодородия земель является содержание влаги в почве, созданное самой природой. Причина водного голода планеты кроется не в недостатке пресной воды на земном шаре, а в нарушении цепи, связывающей воду с почвой.

Известно, что источником пресной воды на поверхности суши земного шара является

парообразная вода атмосферы. В атмосфере в виде пара содержится 14 тыс. км³ воды (а во всех речных руслах всего 1,2 тыс. км³). С поверхности суши и океана ежегодно испаряется 577 тыс. км³ воды, столько же потом выпадает в виде осадков, и, что интересно, самый крупный источник – вода в атмосфере – почти не используется [3].

Система получения парообразной воды из атмосферы путем конденсации известна еще с незапамятных времен. Такими свойствами обладают и пирамиды в Египте.

По мнению Ф.И. Зибольда (цитировано по П. Яновичу [4]), конденсация водяных паров воздуха лежала в основе древней системы водоснабжения г. Феодосии в Крыму, на склонах г. Тебе-Оба он насчитал до 10 «щебневых куч-конденсаторов».

Ветер, проходя через эти конденсационные установки, оставлял на камнях миллиарды капелек воды.

Накоплением воды непосредственно из воздуха интересовались многие ученые. Профессора Н.А. Головкинский и А.Ф. Лебедев (цитировано по П. Яновичу [4]) подсчитали, что в Крыму конденсация водяных паров из атмосферы более чем в два раза превышала количество воды, полученной от дождей.

Знаменитые висячие сады Семирамиды в древнем Вавилоне 2600 лет назад росли на террасах, поднимающихся по склонам ступенчатого сооружения. Полагают, что воду получали на месте на разных уровнях из воздуха с помощью своеобразных щебеночных «куч», которые вырабатывали из воздуха воды вполне достаточное для подпитки сада [5].

Цель исследования: извлечение парообразной влаги из воздуха атмосферы для обеспечения деревьев абрикоса на аридных южных склонах Внутреннегорного Дагестана достаточным для роста и развития количеством воды. Для достижения поставленной цели использован курганный, каменный способ конденсации атмосферной парообразной влаги в почве [6].

Материалы и методы исследования

С целью накопления из воздуха влаги на сухом южном склоне Цудахарской экспериментальной базы был заложен опыт с выращиванием абрикоса.

Способ включает посадку саженца дерева, копку четырех ям глубиной 0,60–0,80 м на расстоянии 1,5 м от штамба саженца, ориентированных по странам света. От каждой ямы роют траншею до штамба саженца глубиной 0,40–0,50 и шириной 0,30–0,35 м,

затем на такую же глубину по линии круга радиусом 1,5 м, от штамба саженца также роют траншею. Затем ямы и траншеи заполняют речными гладкими камнями, создают на поверхности почвы вокруг посаженного саженца сплошной каменный курган радиусом 1,5 м, высотой 0,60 м, охватывающий все выкопанные ямы и траншеи.

Заполненные камнями траншеи способствуют свободной циркуляции воздуха и отводу сконденсированной воды в зону корневой системы дерева. Это своеобразный вечный двигатель по производству воды из воздуха.

В качестве контроля использована обычная посадка. Посадка проведена двухлетними сеянцами абрикоса без полива.

Учет фенологических фаз роста и развития деревьев абрикоса велся в соответствии с общепринятой программой и методикой изучения плодовых культур с целью выявления отношения абрикоса к экологическим условиям изучаемого района [7].

Для характеристики влагообеспеченности района опыта использовали гидротермический коэффициент увлажнения (ГТК) по Г.Т. Селянинову [8], который широко используется в агрономии для общей оценки климата и выделения зон различного уровня влагообеспеченности с целью определения целесообразности выращивания тех или иных с/х культур.

Классификация зон увлажнения по ГТК: влажная – 1,6–1,3; слабозасушливая 1,3–1,0; засушливая – 1,0–0,7; очень засушливая 0,7–0,4; сухая – < 0,4. Колебание значений

ГТК для зон неустойчивого увлажнения значительны и связаны с неравномерностью выпадения осадков.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из весьма эффективных методов обеспечения деревьев влагой в аридных условиях является каменный конденсатор паровозной влаги атмосферы, который используется для прямого извлечения воды из воздуха атмосферы и накопления ее в активной корневобитаемой зоне почвенного профиля. Он основан на принципах аэрации и увеличения циркуляции воздуха атмосферы в каменном кургане, где в силу разности температурного режима воздуха и камней происходят процессы конденсации паровозной влаги атмосферы. Это давно известные пирамидальные каменные конструкции, которые могут стать постоянным источником поступления воды для засушливых регионов.

Механизм работы кургана заключается в следующем: наружные камни под солнцем нагреваются, а основная масса камней внутри кучи имеет более низкую температуру. Когда потоки горячего воздуха, несущие в себе пары воды, пронизывают каменную кучу и соприкасаются с поверхностью холодных камней, он охлаждается и переходит из паровозного в жидкое состояние. Это обеспечивает надежный теплообмен и полную конденсацию избыточной влаги, которая собирается и стекает в прикорневую зону дерева.

Таблица 1

Показатели ГТК за май, июнь, июль, август и сентябрь месяцы в среднем за 2014–2017 гг. по Цудахару

Месяцы	Среднемесячная температура в °С	Сумма эф. температур выше +10°С	Кол-во атм. ос. мм	ГТК Селянинова	Классификация зон увлажнения
Май	+15,3	163	52	3,2	Влажная
Июнь	+20,1	585	42	0,7	Засушливая
Июль	+22,0	649	49	0,8	Засушливая
Август	+23,7	423	21	0,5	Очень засушливая
Сентябрь	+19,3	278	14	0,5	Очень засушливая

Таблица 2

Рост саженцев абрикоса под каменным курганом и в контроле. Средние данные за 2015–2017 гг.

Варианты опыта	Общее сост. в баллах	Диам. штамба, мм	Высота дерева, см	Ширина кроны, см	Кол. побегов, шт	Ср. длина поб., см	Общий прирост побегов, см
Каменный курган вокруг дерева	5,0	37,7	200	167	32,0	57	1824
Контроль без камней	3,2	18,0	130	63	18,3	12,7	232

ГТК влажности по Селянинову рассчитывали за пять месяцев вегетации (май, июнь, июль, август и сентябрь). Как видно из табл. 1, только май характеризовался как влажный, июнь и июль как засушливые, а август и сентябрь – очень засушливые. Если учитывать, что опыт закладывается на засушливом южном склоне, то показатели будут значительно суше.

В табл. 2 приведены основные показатели роста деревьев абрикоса в зависимости от вариантов опыта.

Как видно из таблицы, в варианте с использованием каменного кургана вокруг дерева и траншей, заполненных камнями, деревья имеют устойчивый прирост побегов. В среднем за три года общий прирост побегов здесь составил 1824 см, а в контроле всего 232 см. Аналогичными были и другие показатели роста. Так, в конце первого года вегетации диаметры штамба в 2015 г. в обоих вариантах различались незначительно – в опыте 16 мм, в контроле – 15 мм. На следующий год диаметр штамба в опытном варианте увеличился до 35 мм, а в контроле составил всего 18 мм. Соответственно и в 2017 г. – 62 и 21 мм, т.е. в опытном варианте ежегодно диаметр штамба увеличивался двукратно, а в контроле только на 20 %.

Это показывает, что слой каменного кургана высотой 60 см плюс 60 см камней в траншеях играют существенную роль в воздухообмене и накоплении конденса-

рованной влаги камнями в районе корневой системы.

Количество конденсируемой воды зависит от размера кургана, т.е. чем выше курган, тем больше воды конденсируется. Так, подсчитано, что пирамидальный каменный конденсатор воды при высоте 1,4 м и сторонам основания по 2,3 м обеспечивают сбор ежесуточно до 90–150 л воды [5]. Если исходить из этих показателей, то построенный нами конденсатор высотой 0,6 м и радиусом от штамба дерева по кругу в 1,5 м может обеспечить примерно ежесуточно до 30 л воды. Кроме того, камни в радиусе 1,5 м вокруг дерева играют также роль мульчи, благодаря чему значительно улучшаются водно-физические и биохимические условия верхнего слоя почвы, где расположены корни.

Естественно, такая посадка потребует первоначальных капитальных вложений с созданием каменных курганов вокруг деревьев. На каждое дерево потребуется около 3,5–4,0 м³ речных камней. Если учесть, что в дальнейшем почти не потребуются проводить работы, связанные по уходу за таким садом, кроме формирования и обрезки деревьев, первые 2–3 урожая с деревьев могут окупить сделанные затраты. Кроме того, надо учитывать защиту склонов от эрозии почвы, возможность, помимо конденсации влаги, полного сохранения выпадающих атмосферных осадков от стоков.

На рис. 1 показан процесс подготовки участка и посадка дерева (2015 г.).

Рис. 1. 1-й этап: копка траншей и заполнение их камнями, посадка дерева. Цудахар, апрель 2015 г.

Рис. 2. Деревья абрикоса через три года после посадки, слева опытный вариант, справа контроль. Цудахар, сентябрь 2017 г.

Снимки, сделанные в сентябре 2017 г., показывают, что в опыте с каменным конденсатором парообразной воды дерево отличается не только лучшим ростом побегов, но и хорошей облиственностью и темно-зеленым цветом листьев (рис. 2, слева). В контроле (рис. 2, справа) листья начали желтеть и осыпаться.

Выводы

1. Горные долины, считающиеся наиболее оптимальными для возделывания абрикоса, занимают 778 тыс. га, что составляет более 15% территории Дагестана. Однако более 300 тыс. га территории здесь занято склонами с маломощными смытыми почвами и каменистыми осыпями не пригодными для освоения под сады из-за недостатка воды и отсутствия возможности для орошения.

2. Доказана реальная возможность освоения части сельхознепригодных сухих горных склонов Горного Дагестана под посадку абрикоса путем использования каменных курганов для конденсации парообразной воды из атмосферы воздуха для обеспечения дерева необходимым количеством влаги.

3. Курганный способ конденсации парообразной воды атмосферы основан на выкопке траншеи вокруг приствольного круга дерева на расстоянии 1,5 м от центра и двух траншей, соединяющих по диаметру круга в противоположных направлениях глубиной 0,5–0,6 м и шириной 0,3–0,4 м.

Траншеи и приствольный круг заполняются гладкими речными камнями на высоту

0,6–0,8 м, создавая своеобразный каменный курган. За счёт притока конденсата в прикорневую зону дерева это позволило увеличить в восемь раз, в среднем за три года, общий прирост побегов дерева абрикоса в сравнении с контрольной посадкой.

Список литературы / References

1. Трунов Ю.В., Самощенко Е.Г. Плодоводство. М.: Колос, 2012. 416 с.
Trunov Yu.V., Samoshchenkov E.G. Fruit growing. M.: Kolos, 2012. 416 p. (in Russian).
2. Ноздрачёва Р.Г. Абрикос. Технология выращивания. М.: Издательский дом «Социум», 2013. 60 с.
Nozdrachyova R.G. Apricot. Technology of cultivation. M.: Izdatel'skiy dom «Socium», 2013. 60 p. (in Russian).
3. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология. М.: Высшая школа, 2008. 463 с.
Mikhaylov V.N., Dobrovolsky A.D., Dobrolyubov S.A. Hydrology. M.: Vysshaya shkola, 2008. 463 p. (in Russian).
4. Янович П. Вода из воздуха // Наука и жизнь. 1968. № 11. С. 64–66.
Yanovich P. Water from air // Science and life. 1968. № 11. P. 64–66 (in Russian).
5. Коровина Е. Таинственные сады Семирамиды. М.: Гелеос, 2007. 320 с.
Korovina E. Mysterious gardens of Semiramis. M.: Geleos, 2007. 320 p. (in Russian).
6. Асадулаев З.М., Гасанов Г.Н., Мирзоев Э. М.-Р., Газиев М.А., Баламирзоев М.А., Магомедов И.А. Курганный способ конденсации парообразной влаги в почве. Патент РФ № 2629228. 2017. Бюл. № 25.
7. Методы исследований в плодоводстве и виноградарстве. Саратов: СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2014. 44 с.
Methods of researches in fruit growing and wine growing. Saratov: SGAU of N.I. Vavilov, 2014. 44 p. (in Russian).
8. Черенкова Е.А. Количественные оценки атмосферных засух в Европейской части России // Известия РАН. Серия географическая. 2013. № 6. С. 76–85.
Cherenkova Ye.A. Quantitative Evaluation of Atmospheric Drought in Federal Districts of the European Russia // Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya. 2013. № 6. P. 76–85 (in Russian).