

АГРОНОМИЯ

УДК 634.21: 574.4: 631.672.3(470.67)

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-217-11-5-10

Г.Н. Гасанов, Ш.К. Салихов, Р.Р. Баширов,
К.М. Гаджиев, М.А. Яхияев, А.С. Абдулаева
G.N. Gasanov, Sh.K. Salikhov, R.R. Bashirov,
K.M. Gadzhiev, M.A. Yakhiyaev, A.S. Abdulaeva

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРООБРАЗНОЙ ВЛАГИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЛОДОВЫХ ДРЕВЕСНЫХ КУЛЬТУР НА ЮЖНЫХ СКЛОНАХ ГОР

USE OF VAPOROUS MOISTURE FOR GROWING FRUIT TREE CROPS ON THE SOUTHERN SLOPES OF MOUNTAINS

Ключевые слова: склон, эрозия, малопродуктивные земли, каменный материал, вариант посадки саженцев, парообразная влага, влажность почвы, плодовые насаждения, динамика роста, прирост биомассы.

Большие территории, пригодные по климатическим условиям, не используются под нужды сельского хозяйства из-за проблем с организацией орошения. Одной из причин, сдерживающих выращивание плодовых насаждений на склонах гор, является недостаточное количество почвенной влаги, вследствие того, что большая часть выпадающих осадков не задерживается в почве из-за крутизны склонов – значительная часть стекает в пониженные элементы рельефа. Таким образом, использование в сельском хозяйстве малопродуктивных склоновых земель, сильно подверженных эрозии и практически выведенных из сельскохозяйственного оборота, имеет большой практический смысл. Работа посвящена способу накопления парообразной атмосферной влаги на южных склонах гор для выращивания плодовых деревьев без применения орошения. Результаты накопления парообразной влаги в почве (слой 0-60 см) выявили, что влажность в почве при одинаковых гидротермических условиях изменялась по глубине почвенного слоя, вариантам посадки саженцев. Минимальные показатели отмечены на контроле, вариант с каменным материалом создал условия для большего накопления влаги в почве. На оптимальном варианте – каменный материал по дну (крест), бокам и курган вокруг посадочной ямы + щебень + растительная мульча – влажность была выше на 11,65%. Динамика роста саженцев в свою очередь зависела от влажности почвы. На оптимальном варианте саженцы на третьем году после посадки имели прирост: высоты

саженца – 67 см; диаметра ствола – 1,8; количества побегов – 18; длины побегов – 39 см, или больше, чем на контроле, соответственно, в 2,3; 2,6; 1,6; 3,5 раза. Плодовые насаждения дополнительно задерживали смыв почвы, возникающий вследствие склоновой эрозии, и увеличивали продуктивность фитоценозов.

Keywords: slope, erosion, unproductive lands, stone material, seedling planting patterns, vaporous moisture, soil moisture, fruit plantations, growth dynamics, biomass growth.

Large areas suitable in terms of climatic conditions are not used for the needs of agriculture due to problems of irrigation arrangement. One of the reasons hindering the cultivation of fruit plantations on mountain slopes is insufficient amount of soil moisture because most of the precipitation does not remain in the soil due to the steepness of the slopes - a significant part flows into the lower relief features. Thus, the use of unproductive slope lands in agriculture which are highly susceptible to erosion and practically withdrawn from agricultural circulation makes great practical sense. This study deals with the method of accumulation of vaporous atmospheric moisture on the southern slopes of mountains for growing fruit trees without the use of irrigation. The research findings on the accumulation of vaporous moisture in the soil (layer 0-60 cm) showed that the soil moisture under the same hydrothermal conditions varied depending on the depth of the soil layer and seedling planting patterns. The minimum values were found in the control while the pattern with stone material created conditions for greater soil moisture accumulation. In the optimal pattern - stone material on the bottom (cross), sides and a mound around the planting hole + chip stone + vegetable mulch - the moisture content was by 11.65%

higher. In turn, the growth dynamics of seedlings depended on soil moisture. In the optimal pattern, the seedlings on the third year after planting had the following increment values: seedling height - 67 cm; trunk diameter - 1.8 cm; number of shoots - 18; shoot length - 39 cm, or more than

those in the control, respectively, 2.3; 2.6; 1.6; 3.5 times. In addition, the fruit plantations slowed down slope soil wash resulting from slope erosion and increased phytocenosis productivity.

Гасанов Гасан Никиевич, д.с.-х.н., гл. науч. сотр., Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: nikuevich@mail.ru.

Салихов Шамиль Курамагомедович, науч. сотр., Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: salichov72@mail.ru.

Баширов Рашид Радифович, к.с.-х.н., науч. сотр., Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: pakduik100@mail.ru.

Гаджиев Камил Магомедович, д.с.-х.н., ст. науч. сотр., Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: kamil5555372@mail.ru.

Яхияев Магомедпазил Атагишиевич, мл. науч. сотр., Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: pazil59@mail.ru.

Абдулаева Айшат Саидмагомедовна, науч. сотр., Прикаспийский институт биологических ресурсов, Дагестанский федеральный исследовательский центр РАН, г. Махачкала, Российская Федерация, e-mail: aischat55@mail.ru.

Gasanov Gasan Nikuevich, Dr. Agr. Sci., Chief Researcher, Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation, e-mail: nikuevich@mail.ru.

Salikhov Shamil Kuramagomedovich, Researcher, Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation, e-mail: salichov72@mail.ru.

Bashirov Rashid Radifovich, Cand. Agr. Sci., Researcher, Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation, e-mail: pakduik100@mail.ru.

Gadzhiev Kamil Magomedovich, Dr. Agr. Sci., Senior Researcher, Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation, e-mail: kamil5555372@mail.ru.

Yakhiyev Magomedpazil Atagishievich, Junior Researcher, Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation, e-mail: pazil59@mail.ru.

Abdulaeva Ayshat Saidmagomedovna, Researcher, Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russian Federation, e-mail: aischat55@mail.ru.

Введение

В мире количество людей, не имеющих доступа к воде, составляет 2,1 млрд человек, а 4,5 млрд человек не имеют неадекватных санитарных условий и источника чистой воды [1]. Изменение климата, вызывающее изменение параметров выпадения осадков, приводит к длительным засухам в некоторых районах, что ухудшает ситуацию с обеспечением населения водой [2, 3].

Для сбора воды используется множество методов (опреснение воды, сбор грунтовых вод, дождевой воды, тумана) [4, 5], однако для этого жидкая вода уже должна быть доступна. Альтернативой этим методам, при ограниченности запасов воды, является конденсирование атмосферной влаги [6, 7].

Цель исследования – разработка способа накопления парообразной влаги в почве для выращивания плодовых насаждений на склоновых землях горного Дагестана без применения орошения.

Объекты и методы исследований

Эксперимент заложен на южной экспозиции хребта Чакулабек отрогов горы Шунудаг на экспериментальной базе «Цудахарская» Горного ботанического сада Дагестанского ФИЦ РАН.

На рисунке 1 показано, как из каменного материала был создан «крест» на дне ямы для посадки дерева, стойки по всем четырем ее сторонам и курган на поверхности почвы вокруг саженца, которые сообщаются между собой. Выкопана яма для посадки дерева глубиной 0,8 м, диаметром 0,8 м, по бокам и по дну ямы с четы-

рех сторон в продольном и поперечном направлениях с углублениями на 0,2 м, шириной 0,2 м, которые заполнялись каменным материалом.

Посадка саженца в яму проводилась с соблюдением требований. Одновременно с заполнением ямы почвой наращивались боковые каменные стойки, которые имеют квадратную форму (0,2х0,2 м), по всем четырем сторонам ямы от дна до поверхности почвы. На поверхности почвы вокруг саженца создавался каменный курган диаметром 1,0 м, высотой 0,3 м.



Рис. 1. Создание каменного креста на дне ямы перед посадкой саженца

Таким образом, каменные «крест» на дне ямы, стойки по всем четырем ее сторонам и курган на поверхности почвы вокруг саженца сообщаются между собой. Расход каменного материала на одно дерево составляет 0,21 м³, в том числе на каменный крест на дне ямы – 0,04 м³, стойки по бокам ямы – 0,10 м³, курган вокруг дерева на поверхности почвы – 0,07 м³.

На склоне было высажено 5 деревьев по следующей схеме:

- 1) контроль (традиционная технология);
- 2) каменный материал по дну (крест), бокам и курган вокруг посадочной ямы;
- 3) каменный материал по дну (крест), бокам и курган вокруг посадочной ямы + щебень на поверхности почвы вокруг саженца;
- 4) каменный материал по дну (крест), бокам и курган вокруг посадочной ямы + щебень + растительная мульча;
- 5) каменный материал по дну (крест), бокам и курган вокруг посадочной ямы + растительная мульча.

Были посажены саженцы гибрида алычи и персика, выведенные в Горном ботаническом

саду Дагестанского ФИЦ РАН. Выбор данного гибрида был обусловлен тем, что он наиболее требователен к увлажнению по сравнению другими породами и сортами фруктовых деревьев.

Результаты исследований

Благоприятные температурные показатели на склонах южной экспозиции гор предгорной и среднегорной подпровинций Дагестана, занимающие примерно 30-40% площади, позволяют выращивать здесь плодовые насаждения. Ввиду естественного происхождения эти склоны малопродуктивны, поскольку сильно подвержены эрозии и практически выведены из сельскохозяйственного оборота. Одним из основных факторов, сдерживающих выращивание плодовых насаждений, является недостаточное количество почвенной влаги, вследствие того, что большая часть выпадающих здесь осадков не задерживается в почве из-за крутизны склонов – значительная доля их стекает в пониженные элементы рельефа, усиливая эрозионные процессы.

Кроме того, высокие финансовые и материально-технические затраты для организации орошения являются ограничивающим фактором. Поэтому создание условий для оптимизации увлажнения почвы путем конденсации парообразной влаги для выращивания плодовых насаждений на склоновых землях имеет актуальное значение.

В связи с важностью вопроса обеспеченности экосистем почвенной влагой вопросы конденсации парообразной атмосферной влаги, вследствие конденсации влаги на каменном материале, освещены во многих работах исследователей [8-10].

В таблице 1 приведены результаты нашего исследования по накоплению парообразной влаги в почве. Показано, что влажность в почве при одинаковых гидротермических условиях изменялась по глубине почвенного слоя, вариантам посадки деревьев.

Минимальные значения влажности почвы отмечены на контроле (вариант 1), где отсутствовала каменная кладка. Вариант 4 обеспечил максимальное накопление влаги в исследуемом

слое почвы. Наши исследования также указывают на то, что рост и развитие саженцев, в свою очередь, зависели от параметров влажности почвы (табл. 2).

Таблица 1
Полевая влажность почвы в процентах (%) на склоне южной экспозиции горы Шунудаг, 2019-2021 гг.

Глубина, см	Вариант				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
0-10	15,66	16,47	16,69	18,06	17,31
10-20	16,98	18,23	18,58	19,05	18,71
20-40	17,37	18,23	18,60	19,55	18,77
40-60	17,31	18,34	18,23	18,82	18,66

Таким образом, в Предгорной подпровинции Дагестана, на южном склоне горы Шунудаг применение разработанной методики конденсации паровозной влаги позволило добиться 100%-ной приживаемости саженцев гибрида алычи и персика.

На рисунке 2 показано, что оптимальный вариант эксперимента с саженцем на третьем году после посадки имел прирост: высоты саженца – 67 см; диаметра ствола – 1,8; количества побегов – 18; длины побегов – 39 см, или больше, чем на контроле, соответственно, в 2,3; 2,6; 1,6; 3,5 и 2,9 раза.

Таблица 2

Динамика линейного роста саженцев гибрида алычи и персика на экспериментальном участке – склон южной экспозиции горы Шунудаг (в числителе – 2019/2020/2021 гг., в знаменателе – прирост за год)

Вариант	Высота саженца, см	Диаметр ствола, см	Количество побегов	Средняя длина побегов, см
1-й	<u>56/72/74/85</u> 16/2/11	<u>1,1/1,7/1,8/1,8</u> 0,6/0,1/0	<u>9/14/17/20</u> 5/3/3	<u>15/22/24/26</u> 7/2/2
2-й	<u>110/160/160/162</u> 50/0/2	<u>1,9/2,8/3,0/3,1</u> 0,9/0,2/0,1	<u>8/18/21/25</u> 10/3/4	<u>41/47/52/59</u> 6/5/7
3-й	<u>79/120/125/138</u> 41/5/13	<u>1,1/1,3/1,5/1,9</u> 0,2/0,2/0,4	<u>16/21/25/27</u> 5/4/2	<u>38/61/65/68</u> 23/4/3
4-й	<u>68/120/130/135</u> 52/10/5	<u>1,1/2,5/2,8/2,9</u> 1,4/0,3/0,1	<u>4/12/19/22</u> 8/7/3	<u>51/77/80/90</u> 26/3/10
5-й	<u>85/99/107/122</u> 14/8/15	<u>1,2/1,6/1,8/2,0</u> 0,4/0,2/0,2	<u>5/9/14/21</u> 4/5/6	<u>35/48/50/57</u> 13/2/7

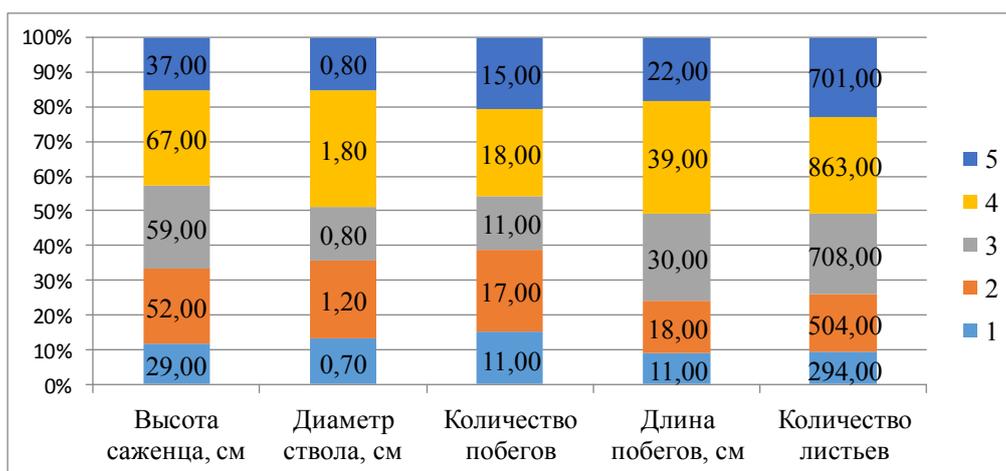


Рис. 2. Прирост показателей роста саженцев (1-5 – варианты посадки)

Заключение

Влажность почвы изменялась в зависимости от варианта укладки каменного материала для

накопления паровозной влаги. Так, полевая влажность в слое 0-60 см составила по вариантам, %:

– контроль (традиционная технология), влажность почвы составила 16,57; 20,19; 14,24; 17,00;

– на оптимальном варианте – каменный материал по дну (крест), бокам и курган вокруг посадочной ямы + щебень + растительная мульча – влажность была в среднем выше на 11,65%.

Отмечено различие содержания почвенной влаги в зависимости от применяемого варианта укладки каменного материала.

О роли почвенной влаги в условиях обеспеченности термическими ресурсами свидетельствует факт большего прироста за исследуемые 2019-2021 гг. на 4-м варианте. С большим содержанием полевой влаги больше прирост высоты саженца, диаметра основного ствола, количества побегов, средней длины побегов, чем на контроле, соответственно, в 3,4; 2,4; 1,9; 3,2 раза.

Результаты исследования позволяют использовать в аграрном производстве Дагестана малопродуктивные земли южных экспозиций склонов, сильно подверженные эрозии и практически выведенные из сельскохозяйственного оборота, и увеличить производство высококачественных плодов, не выращиваемых в других регионах страны из-за недостатка термических ресурсов.

Библиографический список

1. Роде, А. А. Конденсация в почве парообразной влаги атмосферы / А. А. Роде. – Текст: непосредственный // Избранные труды. Т. 4. – Москва: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2009. – С. 392-479.

2. Муромцев, Н. А. Особенности формирования водного режима дерново-подзолистых почв на различных элементах почвенной катены / Н. А. Муромцев, К. Б. Анисимов. – Текст: непосредственный // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2015. – Вып. 77. – С. 78-93.

3. Алишаев, М. Г. Испарение и конденсация влаги в кротованной почве / М. Г. Алишаев. – Текст: непосредственный // Инженерно-физический журнал. – 2015. – Т. 88, № 6. – С. 1321-1327.

4. United Nations. Water. Retrieved from 18 March 2018. – URL: <http://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/> (дата обращения: 05.10.2022).

5. du Plessis, A. (2019). Current and Future Water Scarcity and Stress. In: *Water as an Inescapable Risk*. Springer Water. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03186-2_2.

6. Mokbul Morshed Ahmad, Muhammad Yaseen, Shahab E. Saqib (2022). Climate change impacts of drought on the livelihood of dryland smallholders: Implications of adaptation challenges. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 80, 103210. doi: 10.1016/j.ijdr.2022.103210.

7. Marzol Jaén M.V. (2002). Fog water collection in a rural park in the Canary Islands (Spain). *Atmospheric Research*, 64, 1-4, 239-250. doi: 10.1016/s0169-8095(02)00095-9

8. Hussain F., Hussain R., Wu R.-S., Abbas T. (2019). Rainwater Harvesting Potential and Utilization for Artificial Recharge of Groundwater Using Recharge Wells. *Processes*, 7, 9, 623. doi: 10.3390/pr7090623

9. Patel J., Patel K., Mudgal A., Panchal H. et al. (2020). Experimental investigations of atmospheric water extraction device under different climatic conditions. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 38, 100677. doi: 10.1016/j.seta.2020.100677

10. Shafeian N., Ranjbar A. A., Gorji T.B. (2022). Progress in atmospheric water generation systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112325. doi: 10.1016/j.rser.2022.112325

References

1. Rode, A.A. Kondensatsiia v pochve paroobraznoi vlagi atmosfery / A.A. Rode. – Izbrannye trudy. – T. 4. – Moskva: Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva, 2009. – S. 392-479.

2. Muromtsev, N.A. Osobennosti formirovaniia vodnogo rezhima dernovo-podzolistykh pochv na razlichnykh elementakh pochvennoi kateny / N.A. Muromtsev, K.B. Anisimov // Biulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva. – 2015. – Vyp. 77. – S. 78-93.

3. Alishaev, M.G. Isparenie i kondensatsiia vlagi v krovannoii pochve / M.G. Alishaev // *Inzhenerno-fizicheskii zhurnal*. – 2015. – Т. 88. – No. 6. – S. 1321-1327.
4. United Nations. Water. Retrieved from 18 March 2018. – URL: <http://www.un.org/en/sections/issues-depth/water/> (дата обращения: 05.10.2022).
5. du Plessis, A. (2019). Current and Future Water Scarcity and Stress. In: *Water as an Inescapable Risk*. Springer Water. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03186-2_2.
6. Mokbul Morshed Ahmad, Muhammad Yaseen, Shahab E. Saqib (2022). Climate change impacts of drought on the livelihood of dryland smallholders: Implications of adaptation challenges. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 80, 103210. doi: 10.1016/j.ijdr.2022.103210.
7. Marzol Jaén M.V. (2002). Fog water collection in a rural park in the Canary Islands (Spain). *Atmospheric Research*, 64, 1-4, 239-250. doi: 10.1016/s0169-8095(02)00095-9.
8. Hussain F., Hussain R., Wu R.-S., Abbas T. (2019). Rainwater Harvesting Potential and Utilization for Artificial Recharge of Groundwater Using Recharge Wells. *Processes*, 7, 9, 623. doi: 10.3390/pr7090623.
9. Patel J., Patel K., Mudgal A., Panchal H. et al. (2020). Experimental investigations of atmospheric water extraction device under different climatic conditions. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 38, 100677. doi: 10.1016/j.seta.2020.100677.
10. Shafeian N., Ranjbar A. A., Gorji T.B. (2022). Progress in atmospheric water generation systems: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, 112325. doi: 10.1016/j.rser.2022.112325.



УДК 633.2.03: 543.632.45(470.67)

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-217-11-10-15

**Н.И. Рамазанова, Ш.К. Салихов, К.Б. Гимбатова,
Ж.О. Кичева, З.Н. Ахмедова**
N.I. Ramazanova, Sh.K. Salikhov, K.B. Gimbatova,
Zh.O. Kicheva, Z.N. Akhmedova

ЗАПАСЫ АЗОТА В ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ ПРЕДГОРНОГО ДАГЕСТАНА

NITROGEN STORAGE IN MEADOW PHYTOCENOSIS OF FOOTHILL DAGESTAN

Ключевые слова: северный склон, южный склон, тип почвы, гидролизуемый азот, общий азот, содержание азота, запасы азота, фитоценоз, продуктивность, зеленая масса, ветошь, степной войлок, корни.

При изучении экосистем важным является определение содержания и запасов питательных элементов – одно из главных условий, определяющих структуру и функционирование растительных сообществ. Исследования проведены в 2012-2021 гг. на постоянных участках площадью 100 м² склонов северной и южной экспозиций хребта Чакулабек на высоте 1000 м над ур.м., территория Цудахарской базы Горного ботанического сада ДФИЦ РАН. Почва северного склона – горная лугово-лесная эродированная, южного склона – горная лугово-степная сильно эродированная. Результаты исследования показали, что более плодородной была почва склона северной экспозиции, поскольку в ней

обнаружено больше легкогидролизуемого азота – почти в 2 раза, чем в почве южного склона. Аналогично легкогидролизуемой форме азота валовое количество также преобладало в почве северного склона. Так, содержание общего азота в слое 0-40 см в почве северного склона было 0,186%, в почве южного – меньше на 47,62%. С увеличением глубины почвенного профиля содержание форм азота снижалось. Запасы азота в почвах также различались: в слое 0-40 см меньше запасов на 44,96%, в почве южного склона, общей и легкогидролизуемой форм – на 88,47%. Это связано, по-видимому, с большей крутизной южного склона, смывом азота, соседством с древесно-кустарниковой растительностью. Благоприятные условия, сложившиеся на северном склоне, способствовали более высокой урожайности зеленой массы – 15,32 ц/га, против 13,23 ц/га на южном склоне. Таким образом, исследования показали, что в зависимости от склоновой экспо-