THE RESULTS OF THE INTRODUCTION AND PROSPECTS OF THE PERSIMMON CULTURE «*DIOSPYROS VIRGINIANA*» IN THE EASTERN CAUCASUS

G. A. Surkhaev, I. G. Surkhaev, G. M. Surkhaeva

"North Caucasus Branch of the Federal State Budget Scientific Institution
«Federal Scientific Center for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective
Afforestation of the Russian Academy of Sciences» Achikulak, Russia

Received 09.06.2021

Submitted 16.09.2021

Summary

The article presents the results of the long-term adaptation of the virgin persimmon on the Tersko-Kuma sands, for the purpose of expanding the range of subtropical fruit crops in the phytomelioration of the arid lands of the Eastern Caucasus.

Abstract

Introduction. The relevance is due to the need to expand the range of biodiversity of stress-resistant and economically valuable subtropical crops-introducers in the forest agricultural development of the Tersko-Kumsky sands of the Eastern Caucasus. **Object.** The object of study is a comprehensive assessment of adaptation and the prospects for using the endemic of the North American continent - virgin persimmon - a woody fruit plant for the purpose of complex reclamation of arid lands in the region. **Materials and methods.** The material was obtained from the introduction areas of persimmon culture «*Diospyros virginiana*» laid at the experimental range of the Achikulak Scientific Research Forest Experimental Station in 1997 and 2012. **Results and conclusions.** Experimental crops of persimmon culture «*Diospyros virginiana*» created from a seed sample (0.5 kg.) Provided by the Research Institute of Agriculture of Iowa (USA), became the object of studying the assessment of its naturalization in the arid zone of the Eastern Ciscaucasia. Based on the results of long-term phenological, bioecological, breeding studies, a high potential for persimmon adaptation was established, in the course of studying the growth, stress resistance, productivity and shaping of introducer plants in experimental plantations, substantiating the real prospect of introducing an economically valuable endemic culture into the reclamation of low-productive sandy lands in the arid region.

Key words: persimmon, culture, naturalization, planting, phenotype, sand, introduction, reclamation, adaptation.

Citation. Surkhaev G. A., Surkhaev I. G., Surkhaeva G. M. The results of the introduction and prospects of the persimmon culture «*Diospyros virginiana*» in the Eastern Caucasus. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 4(64). 118-125 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-12.

Author's contribution. The authors of this study collected the material, analyzed the data obtained, and wrote a manuscript.

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

УДК 631:586.6

ИТОГИ ИНТРОДУКЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ КУЛЬТУРЫ ХУРМЫ ВИРГИНСКОЙ В ВОСТОЧНОМ ПРЕДКАВКАЗЬЕ

Г. А. Сурхаев, кандидат сельскохозяйственных наук

И. Г. Сурхаев, кандидат сельскохозяйственных наук

Г. М. Сурхаева, научный сотрудник

Северо-Кавказский филиал Федерального государственного бюджетного научного
учреждения «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН», с. Ачикулак, Россия

Дата поступления в редакцию 09.06.2021

Дата принятия к печати 16.09.2021

Актуальность. Обусловлена необходимость расширения ассортимента биоразнообразия стрессоустойчивых и хозяйственно-ценных субтропических культур-интродуцентов в лесо-аграрном освоении Терско-Кумских песков Восточного Предкавказья. **Объект изучения** –

комплексная оценка адаптации и перспективы использования эндемика Североамериканского континента – хурмы виргинской – древесного плодового растения в целях комплексной мелиорации аридных земель региона. **Материалы и методы.** Материал получен с интродукционных участков хурмы виргинской, которые были заложены на экспериментальном полигоне Ачикулакской НИЛОС в 1997 и 2012 годы. **Результаты и выводы.** Опытные культуры хурмы виргинской, созданные от образца семян (0,5 кг), предоставленного НИИ сельского хозяйства штата Айова (США), стали объектом изучения оценки ее натурализации в аридной зоне Восточного Предкавказья. По итогам многолетних фенологических, биоэкологических, селекционных исследований установлен высокий потенциал адаптации хурмы в ходе изучения роста, стрессоустойчивости, продуктивности и формообразования растений-интродуцентов в экспериментальных насаждениях, что является обоснованием реальной перспективы внедрения хозяйственно-ценной эндемичной культуры в мелиорацию низкопродуктивных песчаных земель аридного региона.

Ключевые слова: хурма виргинская, интродукция хурмы, растения-интродуценты, условия возделывания хурмы виргинской.

Цитирование. Сурхаев Г. А., Сурхаев И. Г., Сурхаева Г. М. Итоги интродукции и перспективы культуры хурмы виргинской в Восточном Предкавказье. *Известия НВ АУК*. 2021. 4(64). 118-125. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-04-12.

Авторский вклад. Авторы настоящего исследования собрали материал, проанализировали полученные данные и написали рукопись.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. В работе приведены результаты интродукционных, биоэкологических, селекционных исследований хурмы виргинской в опытных насаждениях Ачикулакской НИЛОС в Восточном Предкавказье. Здесь адаптируемая культура, по данным мониторинга, успешно натурализована в условиях континентального климата региона, о чем свидетельствуют показатели многолетнего (15 лет) динамичного роста деревьев в высоту (до 8 м) и по диаметру (до 22 см), нормального их фенологического развития (цветение, плодоношение и др. фазы), а также высокой стрессоустойчивости интродуцентов к экстремальным летним (до + 35-40 °С) и зимним (минус 25-30 °С) температурам местности.

Хурма виргинская – эндемик флоры североамериканского континента – ценное субтропическое растение, чьи плоды – кладезь витаминов, микроэлементов, органических кислот и других полезных веществ. Однако их малоразмерность (2-3 см в диаметре) и многосемянность (6-9 шт.), а также ограниченный ассортимент экоустойчивых и урожайных форм и сортов культуры существенно сдерживают широкое ее распространение за пределы ареала естественного произрастания. И в этой связи полученные результаты биоэкологической и биопродуктивной оценки стрессоустойчивых, крупноплодных, малосемянных и других хозяйственно-ценных фенотипов, отобранных в ходе биоэкологической и селекционной оценки деревьев хурмы в опытных насаждениях Ачикулакской НИЛОС, могут способствовать продвижению культуры хурмы в южные, благоприятные биоклиматические районы нашей страны, в целях комплексной мелиорации малоплодородных песчаных земель аридной зоны Восточного Предкавказья.

Материалы и методы. Опытные насаждения хурмы виргинской занимают небольшую площадь (около 0.5 га) на интродукционном участке Ачикулакской НИЛОС ФНЦ агроэкологии РАН, в аридной части (Терско-Кумское междуречье) Восточного Предкавказья. Закладывались объекты посадки сеянцев, выращенных на начальном этапе из небольшого образца семян (0,5 кг) предоставленного НИИ сельского хозяйства штата Айова (США), а после из посевного материала, полученного уже с плодо-

носящих деревьев, в опыте адаптации хурмы виргинской в регионе. В них интродукционные и биоэкологические исследования, а также первичная селекция лучших форм плодовых деревьев проводились с использованием современных методических разработок в субтропическом плодоводстве [6].

Результаты и обсуждение. Объект исследований – хурма виргинская – эндемичное древесное плодовое растение флоры Североамериканского континента (юго-восточные районы США), культура которой успешно продвинулась далеко на север страны, вплоть до штата Онтарио (Канада), однако, в силу указанных выше причин, она за пределами естественного ареала пока не получила широкого распространения [4, 7, 11]. Итоги выполненной работы имеют целью способствовать расширению биоразнообразия культурной флоры региона внедрением хурмы виргинской в лесоаграрное освоение аридных земель Восточного Предкавказья.

Изучаемая культура относится к роду *Diospyros*, семейству Ebenaceae, деревья которой в естественном ареале достигают 20-25 м в высоту и 80-100 см в диаметре [8]. Листья большие, яйцевидной или овальной формы, темно-зеленого окраса длиной 8-14 см и более, цветки мелкие (1,0-1,5 см), плоды многосемянные (5-10 шт.) шаровидной или конической формы, небольшие, диаметром 2-3 см и массой 11-14 г, а отдельные – до 25 г, желто-оранжевого, желто-красного или желтого цвета, с сизым налетом, у которых семена крупные (до 0,5 г) темно-коричневые, плоские, овальной формы [1, 5].

В плодах хурмы большое содержание витаминов (А, С, РР, В и др.), минеральных веществ (кальций, железо, йод, магний и др., всего 25 микро- и макроэлементов) и органических кислот (янтарная, линолевая, олеиновая и др.), а уровень сахара выше, чем у винограда, персика и инжира [2, 12].

В культуре ее деревья чрезвычайно толерантны к экологическим условиям; растут и плодоносят даже на малоплодородных каменистых, известковых и песчаных почвах, а по зимостойкости они стоят в ряду самых устойчивых субтропических плодовых растений, выдерживая морозы до 27-30 °С без сильного обмерзания надземной части [3, 9].

В России работы по интродукции хурмы виргинской начаты сравнительно недавно (30-40 лет назад) и почти одновременно в разных теплообеспеченных регионах страны (Крым, Кубань, Ставрополье) [10].

Терско-Кумская провинция Восточного Предкавказья, где проводились исследования по ее натурализации, обладает значительным термическим потенциалом территории (сумма активных температур 3700-4100 °С) и благоприятными эдафическими условиями ее выращивания. Здесь в онтогенезе, по данным фенологических наблюдений, вегетация хурмы виргинской начинается в середине весны (многолетняя дата – 16 апреля) с распускания почек, вначале верхушечных, а после (через 2-3 дня) нижележащих в кроне побегов. Однако до начала мая, ростовые процессы на них протекают довольно медленно; за 20 дней прирост побегов составляет всего 14-17 см, но после установления суперактивных среднесуточных температур воздуха (выше +15 °С) в регионе, со второй декады мая, темпы роста их заметно возрастают (у основных до 12-14 см, а боковых – 5-7 см за декаду). Бутонизация хурмы проходит ускоренно (7-9 дней), в период третьей декады мая. Фаза цветения интродуцентов наступает в начале июня (2-4), а массовое – спустя 10-12 дней в продолжение 5-7 дней. Особенность ее в том, что пестичные цветки раскрываются на 2-3 дня позже мужских.

За вегетацию у хурмы наблюдаются две волны роста, из которых на первую, более продолжительную по времени (73-77 дней) приходится около 70 % общего прироста побегов. После его завершения (3 декада июня) наступает двухнедельная при-

остановка («замирание») ее ростовых процессов на время формирования завязи плодов, после чего со второй декады июля и до начала августа наблюдается уже вторая, непродолжительная волна роста хурмы виргинской в районе её адаптации, а активный рост завязи продолжается 53-57 дней, до начала сентября, когда плоды обретают окончательную форму. Единичное их созревание отмечается в начале октября, а массовое – в конце месяца. Длительная (195-205 дней) сезонная вегетация культуры завершается короткой фазой листопада в конце октября – начале ноября (таблица 1).

Таблица 1– Фенология развития хурмы виргинской в Восточном Предкавказье

Table 1 – Phenology of the development of virgin persimmon in the Eastern Ciscaucasia

Распускание почек / Budding	Облиствление побегов / Leafing of shoots	Бутонизация / Budding	Цветение / Flowering			Созревание плодов / Fruit ripening		Листопад деревьев / Deciduous Trees	
			Начало / start	Массовое / mass	Конец / end	единичное / single	массовое / mass	начало / start	массовое / mass
15.04	29.04	26.05	03.06	1.06	29.06	08.10	16.10	22.10	29.10

В новых почвенно-климатических условиях адаптации хурмы ювенильный период (до 5 лет) развития растений-интродуцентов сопровождается активным ростом верхушечного побега почти до трехметровой высоты (283 см) и стержневого корня вглубь песчаной толщи почвы (320 см), с формированием ярусного скелета корневой системы, а продолжительный (15 лет) опыт натурализации культуры отмечен устойчивой динамикой роста и урожайности деревьев (рисунок 1).

Рисунок 1 – Динамика роста и урожайности интродуцентов хурмы виргинской в онтогенезе

Figure 1 – Dynamics of growth and productivity of introduced virgin persimmon in ontogenesis

Так как опытные насаждения создавались не вегетативным, а семенным посадочным материалом, то в них у хурмы, в ходе мутации морфогенетических признаков образовалось большое разнообразие фенотипов растущих деревьев, по форме кроны (раскидистая, столбчатая, шаровидная), качеству плодов (крупноплодный, малосемянный, среднесемянный, бессемянный) и экологической устойчивости (среднеустойчивый, устойчивый, очень устойчивый).

В условиях умеренного климата Восточного Предкавказья термические ресурсы теплого периода вполне благоприятствуют успешной адаптации хурмы виргинской, но стабильная продуктивность ее культуры здесь зависит от морозоустойчивости форм и сортов участвующих в формировании плантационных насаждений. И поэтому отобранные селекционной оценкой в опытных насаждениях стрессоустойчивые фенотипы деревьев с высокой толерантностью к экстремально низким зимним температурам местности, имеют значительную перспективу для широкого внедрения американской хурмы в частное садоводство и фитомелиорацию песков региона.

Оценка их морозоустойчивости показывает, что в холодном сезонном периоде, морозные температуры до 21-25 °С ниже нуля, представляют устойчивый порог зимовки хурмы в регионе, но и более сильное ее понижение до 27-30 °С сопровождается лишь слабой и средней степенью повреждения крон деревьев (таблица 2).

Таблица 2 – Оценка роста и стрессоустойчивости фенотипов хурмы в опытных насаждениях Ачикулакской НИЛОС

Table 2 – Assessment of the growth and stress resistance of persimmon phenotypes in experimental stands of the Achikulak NILOS

Фенотип / Phenotype	Высота, м / Height, m	Диаметр, см / Diameter, cm	Форма кроны / Crown shape	Балл повреждения кроны дерева от морозных температур, °С / The point of damage to the crown of the tree from frosty temperatures, °С			
				21	24	27	30
Средне- устойчивый / Medium-resistant	6,5	19,8	Раскидистая/ Sprawling	0	0	2	3
Устойчивый / Stable	7,1	18,3	Овальная / Oval	0	0	2	2
Очень – устойчивый / Very-stable	6,8	19,1	Овальная / Oval	0	0	1	2

Примечание: 0-повреждения отсутствуют, 1- единичные повреждения, 2- слабая степень повреждений, 3-средняя степень повреждений

В опытных насаждениях по селекционной оценке отобраны и другие хозяйственно-ценные фенотипы, у которых крупные по размеру и массе плоды, имеющие округлую и округло- сплюснутую форму с присущим, желтым, желто-оранжевым цветом, со сладкой, желеобразной их мякотью, деревья которых отличаются небольшим габитусом: Н 6,1-6,4 м и D 15,8 -16,9 см и компактной кроной (таблица 3).

Неменьшей перспективой обладает еще одна группа деревьев, в составе которых малосемянные и бессемянные фенотипы культуры, отобранные в ходе первичной селекции хурмы в опытных насаждениях. Они отличаются большим объемным весом мякоти плодов и значительно меньшим (в 2-3 раза) содержанием в них семян или вовсе их отсутствием. Товарно-помологическая оценка дана трем лучшим формам, в структуре урожая малосемянных плодов которых количество семян не превышает 2-5 шт. (таблица 4).

Таблица 3 – Товарно-помологическая оценка выделенных крупноплодных фенотипов хурмы виргинской в опытном насаждении

Table 3 – Commodity-pomological evaluation of the selected large-fruited phenotypes of persimmon virginiana in the experimental planting

Фенотип / Phenotype	Размеры/ плода, см x см / Fruit size, cm x cm	Масса плода, г / Fruit weight, g	Цвет плода / Fruit color	Форма плода / Fruit shape	Кол-во семян, шт / Number of seeds, pcs	Консистенция / Consistency	Лёжкость дни / Shelf life days	Созреваемость / Maturation rate	Урожайность деревьев, кг / Tree yield, kg
Средний / Average	2,8x3,0	20,6	Красный / Red	Овальное / Oval	5-7	Желеобразная / Jelly.-shaped	8-10	Рано созреваемый / early warmed up	31,7
Крупный / Large	3,4x3,8	36,3	Желто-оранжевый / yellow orange	Округло-сплюснутое / Rounded-Flattened	4-6	Желеобразная / Jelly.-shaped	10-12	Рано созреваемый / early warmed up	28,3
Очень Крупный /	4,2 x 4,3	44,7	Оранжевый / Orange	Округлое / Rounded	4-8	Желеобразная / Jelly.-shaped	12-15	Поздно созреваемый / It's late warmed up	27,1

Таблица 4 – Характеристика лучших товарно-помологических форм хурмы виргинской в опытном насаждении

Table 4 – Characteristics of the best commercial forms of virgin persimmon in experimental planting

Фенотип / Phenotype	Возраст, лет / Age, Years	Высота, м / Height, M	Урожайность, кг/дер / Yield, kg / der	Масса плода, г / Fruit weight, g	Цвет / Colour	Форма кроны / Crown shape	Кол-во семян, шт. / Number of seeds, pcs
Бессемянный / Seedless	9	5,6	23,7	23,3	Зеленоватый-желтый / Greenish-yellow	Шаровидная / Spherical	0
Малосемянный / Low-seeded	9	5,2	24,8	24,1	Оранжевый / Orange	Овальная / Oval	1-3
Среднесемянный / Monthly Average	9	5,8	26,1	21,5	Светло-оранжевый /	Овальная / Oval	2-5

Выводы. Итоги многолетних интродукционных исследований хурмы виргинской в Восточном Предкавказье свидетельствуют о высокой степени ее натурализации в новых почвенно-климатических условиях выращивания и реальной перспективе рас-

ширения границ ареала культуры на песчаных почвах обширного региона, созданием насаждений многоцелевого назначения; фитомелиоративные, плодосборные, листовые, декоративные и др. их виды.

Библиографический список

1. Корзун Б. В., Лагошина А. Г. Особенности роста и развития хурмы в условиях предгорий Адыгеи // Вестник АГУ. 2018. № 4 (231). С. 188-191.
2. Омаров М. Д. Хурма восточная (*Diospyros kaki*) и ее лечебные свойства // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 2 (34). С. 157-161.
3. Омаров М. Д., Кулян Р. В. Создание новых форм хурмы восточной на Черноморском побережье Краснодарского края // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 2. С. 23-26.
4. Омаров М. Д., Омарова З. М. Биологические особенности хурмы виргинской (*Diospyros virginiana* L.) // Новые технологии. 2020. Т. 16. № 5. С. 80-86.
5. Рындин А. В., Загиров Н. Г., Ибрагимов Н. Г. Биологическая оценка интродуцированных сортов хурмы в сухих субтропиках Южного Дагестана // Овощи России. 2019. № 3 (47). С. 116-120.
6. Рындин А. В., Белоус О. Г. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России // Сельскохозяйственная биология. 2014. Т. 49. № 3. С. 40-48.
7. Сурхаев Г. А., Сурхаева Г. М., Рыбашлыкова Л. П. Фитопродуктивный потенциал хурмы виргинской в опыте листовых насаждений // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2020. № 3 (59). С. 1-8.
8. Сурхаев Г. А., Сурхаев И. Г., Манаенков А. С. Перспективы развития культуры хурмы виргинской в связи с интродукцией в Восточном Предкавказье: научно-методическое пособие. Волгоград: ФНИЦ агроэкологии РАН, 2018. 10 с.
9. Хужахметова А. Ш., Свинцов И. П., Семенютина В. А. Эколого-хозяйственный потенциал субтропических растений для искусственных сухостепных насаждений многоцелевого назначения // Успехи современного естествознания. 2019. № 9. С. 31-35.
10. Omarov M. D., Kulyan R. V., Omarova Z. M. Chinese persimmon in the collection of VNIIT-SISK is the basis for identifying sources of economically valuable traits // Fruit and berry production in Russia. 2018. Vol. 55. P. 46-53.
11. Omarov M. D., Omarova Z. M. The architectonics of the Chinese persimmon root system depending on the root stock and relief // New technologies. 2019. Iss. 4 (50). P. 174-182.
12. Shazia Vaqub Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon // Journal of Chemistry. 2016. Vol. 21. № 3. P. 13-16.

Conclusions. The results of long-term introduction studies of the virgin persimmon in the Eastern Ciscaucasia indicate a high degree of its naturalization in the new soil and climatic conditions of cultivation and the real prospect of expanding the boundaries of the culture area on sandy soils of the vast region, creating multi-purpose plantings; phytomeliorative, fruit-gathering, leaf-gathering, decorative, and other types of them.

References

1. Korzun B. V., Lagoshina A. G. Features of persimmon growth and development in the foothills of Adygea // Bulletin of ASU. 2018. No. 4 (231). P. 188-191.
2. Omarov M. D. Eastern persimmon (*Diospyros kaki*) and its medicinal properties // Problems of the development of the agro-industrial complex of the region. 2018. № 2 (34). Pp. 157-161.
3. Omarov M. D., Kulyan R. V. Creation of new forms of eastern persimmon on the Black Sea coast of the Krasnodar Territory // Bulletin of the Michurinsky State Agrarian University. 2015. No. 2. P. 23-26.

4. Omarov M. D., Omarova Z. M. Biological features of the Virgin persimmon (*Diospyros virginica* L.) // *New technologies*. 2020. Vol. 16. No. 5. P. 80-86.
5. Ryndin A. V., Zagirov N. G., Ibragimov N. G. Biological assessment of introduced persimmon varieties in the dry subtropics of Southern Dagestan // *Vegetables of Russia*. 2019. № 3 (47). Pp. 116-120.
6. Ryndin A. V., Belous O. G. The use of physiological and biochemical methods to identify the mechanisms of adaptation of subtropical, southern fruit and ornamental crops in the subtropical conditions of Russia // *Agricultural Biology*. 2014. Vol. 49. No. 3. P. 40-48.
7. Surkhaev G. A., Surkhaeva G. M., Rybashlykova L. P. Phytoproductive potential of virgin persimmon in the experience of leaf-collecting plantings // *Izvestia of the Nizhnevolzhsky agro-university complex*. 2020. № 3 (59). P. 1-8.
8. Surkhaev G. A., Surkhaev I. G., Manaenkov A. S. Prospects for the development of the culture of the virgin persimmon in connection with the introduction in the Eastern Pre-Caucasus // *Scientific and methodological manual*. Volgograd-Federal Research Center of Agroecology of the Russian Academy of Sciences, 2018. 10 p.
9. Khuzhakhmetova A. Sh., Svintsov I. P., Semenyutina V. A. Ecological and economic potential of subtropical plants for artificial dry-steppe plantings of multi-purpose purpose // *Uspekhi sovremennogo naturalizaniya*. 2019. No. 9. P. 31-35.
10. Omarov M. D., Kulyan R. V., Omarova Z. M. Chinese persimmon in the collection of VNIIT-SISK is the basis for identifying sources of economically valuable traits // *Fruit and berry production in Russia*. 2018. Vol. 55. P. 46-53.
11. Omarov M. D., Omarova Z. M. The architectonics of the Chinese persimmon root system depending on the root stock and relief // *New technologies*. 2019. Iss. 4 (50). P. 174-182.
12. Shazia Vaqub Chemistry and Functionality of Bioactive Compounds Present in Persimmon // *Journal of Chemistry*. 2016. Vol. 21. № 3. P. 13-16.

Author's information

Surkhaev Hasan Abdulkadirovich, Leading Researcher of the North Caucasus Branch of the Federal Tax Service of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 356890, Stavropol Territory, Neftekumsky district, Achikulak village, Proletarskaya str., 10), Candidate of Agricultural Sciences, e-mail: gasan2255@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6579-0918>.

Surkhaev Islam Hasanovich, Senior Researcher of the North Caucasus Branch of the Federal Tax Service of Agroecology of the Russian Academy of Sciences (Russian Federation, 356890, Stavropol Territory, Neftekumsky district, Achikulak village, Proletarskaya str., 10), Candidate of Agricultural Sciences, e-mail: islam23051982@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0336-3555>.

Surgaeva, Gulnara Magomedovna, Researcher, North Caucasus Branch of the Federal Tax Service for Agroecology of the Russian Academy of Sciences (10 Proletarskaya str., Stavropol Krai, Neftekumsky District, 356890, Russian Federation. ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4440-6371>.

Информация об авторах

Сурхаев Гасан Абдулкадирович, ведущий научный сотрудник Северо-Кавказского филиала ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 356890, Ставропольский край, Невтекумский район, с. Ачикулак, ул. Пролетарская, 10), кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: gasan2255@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6579-0918>.

Сурхаев Ислам Гасанович, старший научный сотрудник Северо-Кавказского филиала ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 356890, Ставропольский край, Невтекумский район, с. Ачикулак, ул. Пролетарская, 10), кандидат сельскохозяйственных наук, e-mail: islam23051982@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0336-3555>.

Сурхаева Гульнара Магомедовна, научный сотрудник Северокавказского филиала ФНЦ агроэкологии РАН (РФ, 356890, Ставропольский край, Невтекумский район, с. Ачикулак, ул. Пролетарская, 10). ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4440-6371>.