

Изучение особенностей сезонного развития чужеродного растения *Solanum viarum* Dunal в условиях эксперимента

КУЛАКОВА Ю.Ю.¹, *ДЕМУШКИНА Л.Е.²,
КУЛАКОВ В.Г.³

^{1,3} ФГБУ «Всероссийский центр карантина растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

² Пятигорский территориальный отдел Южного филиала ФГБУ «ВНИИКР», г. Пятигорск, Ставропольский край, Россия, 357528

¹ ORCID ID: 0000-0002-9973-7584,
e-mail: thymus73@mail.ru

² ORCID ID: 0009-0004-7940-3917,
e-mail: demushkina.mila@yandex.ru

³ ORCID ID: 0000-0002-7090-3139,
e-mail: vitaliyk2575@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Паслен придорожный *Solanum viarum* Dunal. – пантропическое растение южноамериканского происхождения. Это многолетнее травянистое вегетивно-подвижное растение с мощными шипами. Ежегодно образует множество крупных кожистых плодов, содержащих до 50 тыс. семян на одном растении, что позволило ему расселиться на значительные территории теплых безморозных регионов Земли. Предпочитает заселять открытые светлые местообитания, формируя непроходимые колючие заросли. Засоряет пастбища, кормовые угодья, посевы, необрабатываемые земли, городские территории. Сорняк чрезвычайно засухоустойчив за счет толстых корневищ, глубоко проникающих в почву, но при этом чувствительных к низким положительным температурам. Может расти на различных типах почв. Считается инвазионным видом во многих странах мира. Основными источниками расселения паслена являются семена, переносимые людьми, животными и птицами.

В последние годы во Франции зарегистрированы случаи обнаружения паслена придорожного в охраняемых территориях (Christians and Maglio, 2020). Проведенный в 2024 г. анализ фитосанитарного риска для стран ЕОКЗР показал, что инвазивный потенциал данного вида для территории ЕОКЗР реализуется пока не в полной мере, и вид был предварительно помещен в список для дальнейших наблюдений (EPPO... 2022). Тем не менее эта информация не может не вызывать опасений с точки зрения возможных фитосанитарных угроз.

Solanum viarum весьма популярен в декоративном садоводстве нашей страны, о чем свидетельствуют предложения о продажах его семян различными интернет-ритейлерами. Как неоднократно замечено, значительное число чужеродных

Study of seasonal development of the alien plant *Solanum viarum* Dunal under experimental conditions

YULIANA YU. KULAKOVA¹,

*LIUDMILA E. DEMUSHKINA², VITALY G. KULAKOV³

^{1,3} All-Russian Plant Quarantine Center (FGBU “VNIICR”), Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia, 140150

² Pyatigorsk territorial department of the Southern branch of FGBU “VNIICR”, Pyatigorsk, Stavropol Krai, Russia, 357528

¹ ORCID 0000-0002-9973-7584,
e-mail: thymus73@mail.ru

² ORCID 0009-0004-7940-3917,
e-mail: demushkina.mila@yandex.ru

³ ORCID 0000-0002-7090-3139,
e-mail: vitaliyk2575@mail.ru

ABSTRACT

Solanum viarum Dunal. is a pantropical plant of South American origin. It is a perennial herbaceous vegetatively mobile plant with powerful thorns. Every year it forms many large leathery fruits containing up to 50 thousand seeds on one plant, which allowed it to spread over large areas of warm frost-free regions of the Earth. It prefers to populate open light habitats, forming impassable thorny thickets. It contaminates pastures, forage lands, crops, uncultivated lands, urban areas. The weed is extremely drought-resistant due to its thick rhizomes that penetrate deeply into the soil, but are sensitive to low positive temperatures. It can grow on various soil types. It is considered an invasive species in many countries. Its main pathways are seeds dispersed by people, animals and birds.

In recent years, cases of *S. viarum* detections along roadside have been reported in protected areas in France (Christians and Maglio, 2020). The pest risk analysis for EPPO countries conducted in 2024 showed that the invasive potential of this species for the EPPO area has not yet been fully realized and the species was provisionally placed on a list for further observations (EPPO..., 2022). However, this information cannot but raise concerns in terms of possible phytosanitary threats.

Solanum viarum is quite popular in ornamental gardening in Russia, as evidenced by offers to sell its

видов изначально культивировалось в качестве декоративных растений, и только намного позже проявились свойства, свидетельствующие об их инвазионном потенциале. И хотя популяции этого вида, вероятнее всего, пока отсутствуют на территории Российской Федерации, остро возникает вопрос, может ли данный вид акклиматизироваться в определенных природно-климатических условиях нашей страны, особенно в связи с происходящими глобальными климатическими изменениями.

Ключевые слова. Карантин растений, фитосанитарные риски, инвазионный вид, *Solanum*, фенология, семенная продуктивность.



ВВЕДЕНИЕ

Solanum viarum – многолетнее травянистое растение до 150 см высотой. Одиночные экземпляры *S. viarum* образуют мощные кусты полушаровидной формы. Корневища 1–2 см в диаметре находятся в прикорневом слое почвы и могут отходить в стороны от материнского растения до 1–2 м (Ferrell and Mullahey, 2006; Medal et al., 2012). Корни имеют утолщения в виде корневых почек, которые дают начало новым побегам. Стебель прямостоячий, ветвистый, густо покрыт отогнутыми назад колючками до 5 мм длиной, опушенными в основании. Листья широко яйцевидные до 20 см длиной и 15 см шириной, туполопастные, с заметной волнистой краем, зеленые, на верхней стороне глянцевые, снизу матовые. По центральным и боковым жилкам идут ряды более длинных прямых жестких шипов и колючек до 2 см длиной. Цветки с двойным околоцветником, 1,5 см в диаметре, собраны группами по 1–5 штук. Чашелистики 3–5 мм длиной. Венчик белый, с узкими отогнутыми лепестками; тычинки бледно-желтые.

Плоды крупные, около 2–3 см в диаметре, округлые, гладкие, матовые с толстым околоплодником, содержащие около 400 коричневых уплощенных семян (Mill, 2001; Weber, 2003). В незрелом состоянии ягоды зеленые, с белыми полосками, напоминающие окраску арбуза; при созревании плоды приобретают желтый цвет. На одном растении может формироваться от 40 тыс. до 50 тыс. семян (Akanda et al., 1996).

Родиной паслена придорожного является Южная Америка. Наиболее часто он встречается в Бразилии, Парагвае, Аргентине (Mullahey, 1996). В 80-х годах прошлого века этот вид стали регистрировать и в других странах. Но впервые *Solanum viarum* был обнаружен на территории США в 1988 г. во Флориде (Грейд Кантри) (Mullahey et al., 1993, 1998). Источник заражения не был окончательно установлен. Возможно, семена сорняка находились в посевном материале или проникли с перевозимыми домашними животными. Вначале он присутствовал лишь на юге штата в виде небольших очагов на территориях, расположенных вокруг озера Окичоби. Но довольно быстро к 1990 г. общая

сеeds by various online retailers. As has been repeatedly noted, a significant number of alien species were initially cultivated as ornamental plants and only much later did characters indicating their invasive potential were known. And although this species populations are most likely not yet present on the territory of the Russian Federation, the question arises whether it can adapt in certain natural and climatic conditions of Russia, especially in connection with the ongoing global climate change.

Key words. Plant quarantine, pest risks, invasive species, *Solanum*, phenology, seed productivity.

INTRODUCTION

Solanum viarum is a perennial herb up to 150 cm tall. Single *S. viarum* specimens form powerful hemispherical bushes. Rhizomes of 1–2 cm in diameter are located in the root layer of soil and can extend up to 1–2 m to the sides from the mother plant (Ferrell and Mullahey, 2006; Medal et al., 2012). The roots have thickenings in the form of root buds, which give rise to new shoots. The stem is erect, branched, densely covered with recurved prickles up to 5 mm long, pubescent at their base. The leaves are broadly ovate up to 20 cm long and 15 cm wide, bluntly lobed with markedly undulate edges, generally dark green, glossy above, duller below. Along the central and lateral veins there are rows of longer, straight, rigid spines and prickles up to 2 cm long. Flowers with double envelope, 1.5 cm in diameter, collected in clusters of 1–5 pieces. Sepals 3–5 mm long. Corolla white, with narrow reflexed petals; anthers pale yellow.

The fruits are large, about 2–3 cm in diameter, round, smooth, matte with a thick pericarp, containing about 400 brown flattened seeds (Mill, 2001; Weber, 2003). When unripe, the berries are green with white stripes, reminiscent of the color of a watermelon; when ripe, the fruits turn yellow. One plant can form from 40,000 to 50,000 seeds (Akanda et al., 1996).

S. viarum originates from South America. It most often occurs in Brazil, Paraguay, Argentina (Mullahey, 1996). In the 1980s, this species began to be reported in other countries. *S. viarum* was first detected in 1988 in Florida (Grade Country), the United States (Mullahey et al., 1993, 1998). The pathway was not finally recognized. Perhaps the weed seeds were present in the seed material or got introduced with transported domestic animals. At first, it was present only in the south of the state, in the form of small outbreaks in the areas located around Lake Okeechobee. However, quite quickly the total *S. viarum* contamination area in the state of Florida was 10 thousand hectares by 1990 and in the following years it sharply increased. Thus, in 1993 the area under the weed increased to

площадь заражения пасленом в штате Флорида составила 10 тыс. га и в последующие годы резко возросла. Так, в 1993 г. площадь под сорняком увеличилась уже до 162 тыс. га, в 1995 г. – до 0,5 млн га (Mullahey, 1996; Mullahey et al., 1998). Столь быстрое распространение паслена стало происходить непреднамеренно повсеместно по всему юго-востоку США через развитие животноводческой отрасли между этими штатами. Даже высокие температуры и фотопериодизм не препятствовали его распространению на территорию соседних штатов (Patterson et al., 1997), а в дальнейшем и на территории других штатов (Алабама, Джорджия, Луизиана, Миссисипи, Северная Каролина, Пенсильвания, Южная Каролина, Теннесси и Пуэрто Рико (Bryson et al., 1994; Akanda et al., 1996; Mullahey et al., 1998)).

В настоящее время *S. viarum* встречается повсеместно на пастбищах, в естественных ценозах, плантациях цитрусовых и сахарного тростника, на залежах, вдоль канав и дорог не только североамериканского континента, но распространился и на другие континенты, например в страны Латинской Америки, Азии, Африки, Австралии (Chandra, 2012; Coile, 1993; Wunderlin et al., 1993).

В 2019 г. небольшую заросль паслена придорожного обнаружил ботаник-любитель вдоль берега реки в ущелье Гордон на территории национального парка Севенны во Франции (Christians and Maglio, 2020).

Будучи в экспедициях в различных странах мира, сотрудники ФГБУ «ВНИИКР» также отмечали широкое присутствие этого вида в Мексике, Вьетнаме, Аргентине, Индии, Иране.

На современном этапе *Solanum viarum* встречается в таких странах мира, как Австралия, Аргентина, Бельгия, Боливия, Бразилия, Бутан, Вьетнам, Гондурас, Индия, Иран, Камерун, Китай, Колумбия, Конго, Мексика, Мьянма, Непал, Парагвай,

162 thousand hectares, in 1995 to 0.5 million hectares (Mullahey, 1996; Mullahey et al., 1998). Such a rapid *S. viarum* spread began unintentionally throughout the southeastern United States due to the development of the livestock industry between these states. Even high temperatures and photoperiodism did not prevent its spread to the territory of neighboring states (Patterson et al., 1997), and later to the territory of other states (Alabama, Georgia, Louisiana, Mississippi, North Carolina, Pennsylvania, South Carolina, Tennessee and Puerto Rico (Bryson et al., 1994; Akanda et al., 1996; Mullahey et al., 1998)).

Currently, *S. viarum* occurs everywhere in pastures, natural communities, citrus and sugar cane plantations, fallow lands, along ditches and roads not only on the North American continent, but has also spread to other continents, such as Latin America, Asia, Africa, and Australia (Chandra, 2012; Coile, 1993; Wunderlin et al., 1993).

In 2019, a small *S. viarum* brushing was detected by an amateur botanist along the bank of a river in the Gordon Gorge in the Cévennes National Park in France (Christians and Maglio, 2020).

While on expeditions to various countries, specialists of FGBU «VNIIEK» also noted the widespread presence of this species in Mexico, Vietnam, Argentina, India, and Iran.

At the present stage, *S. viarum* occurs in the following countries: Australia, Argentina, Belgium, Bolivia, Brazil, Bhutan, Vietnam, Honduras, India, Iran, Cameroon, China, Colombia, Congo, Mexico, Myanmar, Nepal, Paraguay, Puerto Rico, Peru, USA (Alabama, Florida, Georgia, Louisiana, Mississippi, North Carolina, Oklahoma, Pennsylvania, South Carolina, Texas), Taiwan, Uruguay, France, Eswatini, South Africa (see Fig. 1).

S. viarum prefers to populate open, light habitats. In its natural range, it grows in the undergrowth of tropical rainforests, on forest edges, in shrub thickets

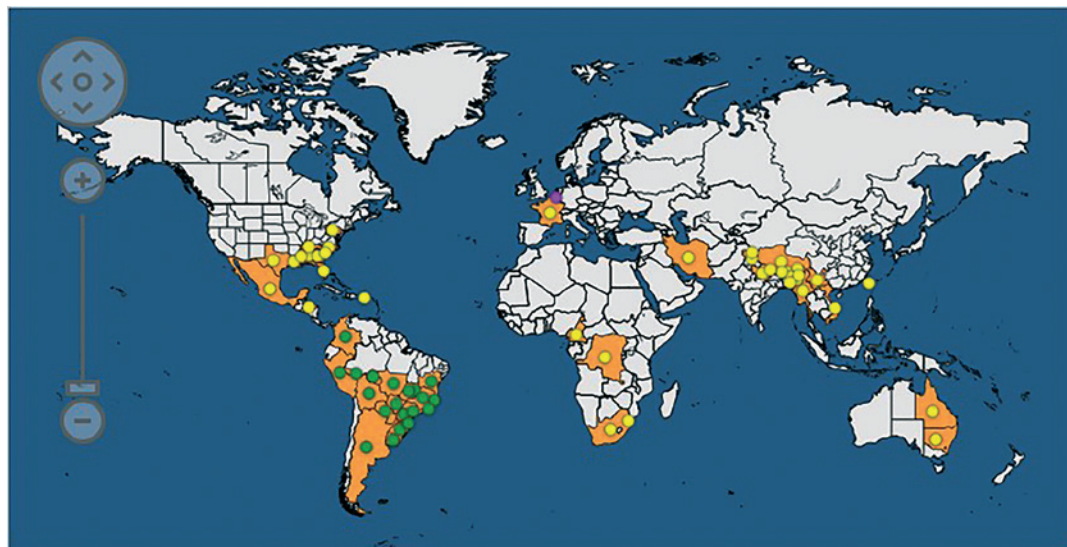


Рис. 1. Распространение *Solanum viarum* Dunal в мире (по данным <https://gd.eppo.int/taxon/SOLVI/distribution>). Зелеными кружками обозначены местонахождения вида в природном ареале; желтыми – устойчивые самоподдерживающиеся популяции вида во вторичном ареале, лиловыми – эфемерные популяции

Fig. 1. Worldwide spread of *Solanum viarum* Dunal (according to <https://gd.eppo.int/taxon/SOLVI/distribution>). Green circles indicate the locations of the species in its natural range; yellow circles indicate stable self-sustaining populations of the species in a secondary range; purple circles indicate ephemeral populations.

Табл. 1. Показатели температуры и осадков на территории г. Пятигорска в 2023 г.

Table 1. Temperature and precipitation indicators in the city of Pyatigorsk in 2023

		Средняя многолетняя сумма температур Average long-term temperature sum		Сумма температур t > +10 °C** Temperature sum t>+10 °C **)		Сумма осадков за период с t > +10 °C, мм Total precipitation for the period from t>+10 °C, mm	
Месяц	Month	t > +5 °C	Отклонение от нормы* Deviation from the norm *)				ГТК*** HTC***)
Май	May	434	-0,7	450	50	0,1	
Июнь	June	549	+4,6	714,5	61,6	0,9	
Июль	July	657,2	+3,4	796,5	30,3	0,4	
Август	August	657,2	+2,8	740,9	48,1	0,6	
Сентябрь	September	480	+1,9	573,4	11,3	0,2	
В целом за сезон	Overall for the season	2777,4		3275,3	201,3	0,6	

* Рассчитано на основе данных <https://www.meteoblue.com>.
**) calculated based on data <https://www.meteoblue.com>.
** Рассчитано на основе данных логгера, вывешенного на участке.
***) calculated based on data from a logger posted on the site
*** ГТК – гидротермический коэффициент по Селянинову (1928)
****) HTC – hydrothermal coefficient according to Selyaninov (1928)

Пуэрто-Рико, Перу, США (Алабама, Флорида, Джорджия, Луизиана, Миссисипи, Северная Каролина, Оклахома, Пенсильвания, Южная Каролина, Техас), Тайвань, Уругвай, Франция, Эсватини, Южная Африка (см. рис. 1).

Паслен придорожный предпочитает заселять открытые светлые местообитания. В своем природном ареале он растет в подлеске влажно-тропических лесов, на опушках, в кустарниковых зарослях сухих лесов. Во вторичных местообитаниях *Solanum viarum* часто занимает окультуренные пастбища (особенно там, где подсеивают *Paspalum notatum*), растет по краю полей с сахарным тростником, покрывает урбанизированные пустыри, городские свалки, ирригационные каналы и другие растительные сообщества рудерального типа (Medal et al., 2012). Отмечены случаи внедрения сорняка в агроценозы, особенно часто растет на полях с зернобобовыми и овощными культурами, соей (Medal et al., 2008; 2012).

Учитывая участвовавшие случаи обнаружения этого вида в безморозных регионах мира и усиливающееся влияние климатических изменений на состав растительных сообществ, прогнозируется расширение ареала *S. viarum*. Одним из важнейших антропогенных факторов распространения паслена придорожного является его преднамеренное культивирование в качестве декоративного растения. Коммерческое садоводство выступает существенным драйвером глобальной диссеминации этого вида.

Целью данного исследования было проведение фенологических наблюдений за растениями *Solanum viarum* Dunal в условиях интродукционного опыта г. Пятигорска. Среди поставленных задач было изучение его биологических особенностей, морозоустойчивости, определение общей семенной продуктивности и жизнеспособности семян данного вида.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для исследования были взяты семена *Solanum viarum*, собранные в Мексике штате Нуево-Леон

of dry forests. In secondary habitats, *S. viarum* often occupies cultivated pastures (especially where *Paspalum notatum* is sown), grows along the edges of sugar cane fields, covers urban wastelands, city dumps, irrigation ditches and other ruderal plant communities (Medal et al., 2012). Cases of the weed's introduction into agro-cenoses have been noted; it especially often grows in fields with leguminous and vegetable crops, soybeans (Medal et al., 2008; 2012).

Given the increasing frequency of detections of this species in frost-free regions of the world and the increasing impact of climate change on the composition of plant communities, the range of *S. viarum* is predicted to expand. One of the most important anthropogenic factors in the spread of *S. viarum* is its deliberate cultivation as an ornamental plant. Commercial gardening is a significant driver of the global dissemination of this species.

The aim of this study was to conduct phenological observations of *Solanum viarum* Dunal plants in the conditions of the introduction experiment in Pyatigorsk. The objectives included studying its biological characteristics, frost resistance, determining its overall seed productivity and viability.

MATERIALS AND METHODS

The study was performed on *S. viarum* seeds collected in the Mexican state of Nuevo Leon and stored in the carpological collection of the Research and Methodology Department of Invasive Plant Species (No. S-01128). Introduction tests were carried out at the Pyatigorsk branch of FGBU "VNIKR" in 2023-2024. Site coordinates: 44.031754, 43.027212.

The city of Pyatigorsk is located in the foothills of the Main Caucasian Range. The climate is moderately continental, steppe with mild winters and hot summers. The temperature in winter ranges from 0 to -4 °C with rare frosts down to -20 °C. The average

и хранящиеся в карпологической коллекции научно-методического отдела инвазивных видов растений (№ S-01128). Интродукционные испытания проводили на базе Пятигорского филиала ФГБУ «ВНИИКР» в 2023–2024 гг. Координаты участка: 44.031754, 43.027212.

Пятигорск расположен в предгорьях Главного Кавказского хребта. Климат умеренно континентальный, степной, с мягкой зимой и жарким летом. Температура в зимний период колеблется в диапазоне от 0 до –4 °C с редкими морозами до –20 °C. Средняя температура июля +22 °C, но может подниматься до +40 °C и выше. Среднегодовое количество осадков – около 550 мм/год. Наибольшее количество осадков приходится на май – июнь. В среднем 145 солнечных дней в году («Климатические особенности...», 2025). Погодные условия за вегетационный период в г. Пятигорске в 2023 г. представлены в табл. 1.

Приведенный в табл. 1 гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК) характеризует степень увлажнения территории с точки зрения соотношения тепла и влаги и определяется по формуле:

$$\text{ГТК} = R \times 10 / \Sigma t,$$

где R – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше +10 °C;

Σt – сумма температур в градусах Цельсия за тот же период.

Выделяются следующие зоны увлажнения в соответствии со значениями ГТК: влажная (ГТК 1,6–1,3); слабозасушливая (1,3–1,0); засушливая (1,0–0,7); очень засушливая (0,7–0,4) и сухая (ГТК < 0,4) (Ионова и др., 2019).

Исходя из данных, приведенных в табл. 1, вегетационный период 2023 г. можно охарактеризовать как теплый (сумма активных температур выше +10 °C с мая по сентябрь составила 3275,3 °C) и сухой (сумма осадков за этот период – 201,3 мм, ГТК = 0,6).

Такое количество осадков было признано крайне недостаточным для развития *Solanum viarum*. К примеру, в окрестностях Ханоя, где авторы наблюдали плотные заросли этого вида, количество осадков в июне 2019 г. составило 300 мм. Таким образом, было принято решение о дополнительном поливе участка в ходе проведения опыта (два раза в неделю с мая по сентябрь).

Фенологические наблюдения проводили с конца апреля до середины октября 2023 г. с интервалом в 7–10 дней согласно общепринятым методикам («Методика фенологических...», 1975; Куприянов, 2013). Высадка рассады в открытый грунт участка проведена 24 апреля 2023 г. Было высажено 125 растений, находящихся в фазе 2–3 пар настоящих листьев.

Регистрировали даты и продолжительность прохождения основных фаз развития растений:

July temperature is + 22 °C, but can rise to + 40 °C and higher. The average annual precipitation is about 550 mm / year. The greatest amount of precipitation occurs in May-June. On average, 145 sunny days a year (Climatic features ..., 2025). Weather conditions for the growing season in Pyatigorsk in 2023 are presented in Table 1.

The Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC) given in Table 1 characterizes the degree of humidification of the territory from the point of view of the ratio of heat and moisture and is determined by the formula:

$$\text{HTC} = R \times 10 / \Sigma t,$$

where R – the amount of precipitation in millimetres for the period with temperatures above +10°C, Σt – the sum of temperatures in degrees Celsius for the same period. The following humidification zones are distinguished in accordance with the HTC values: humid (HTC 1.6–1.3); slightly arid (1.3–1.0); arid (1.0–0.7); very arid (0.7–0.4) and dry (HTC < 0.4) (Ionova et al., 2019).

Based on the data presented in Table 1, the vegetation period of 2023 can be characterized as warm (the sum of active temperatures above +10 °C from May to September was 3275.3 °C) and dry (the sum of precipitation for this period was 201.3 mm, HTC=0.6).

This amount of precipitation was considered extremely insufficient for the development of *S. viarum*. For example, in the vicinity of Hanoi, where the authors observed dense thickets of this species, the amount of precipitation in June 2019 was 300 mm. Thus, it was decided to additionally water the site during the experiment (twice a week from May to September).

Phenological observations were carried out from the end of April to mid-October 2023 at intervals of 7–10 days according to generally accepted methods (Methodology of phenological..., 1975;



Рис. 2. Проростки *Solanum viarum* Dunal в фазе 2–3 пар настоящих листьев (апрель 2023 г.) (фото Л. Е. Демушкиной)

Fig. 2. *Solanum viarum* Dunal seedlings in the phase of 2–3 pairs of true leaves (April 2023) (photo by L.E. Demushkina)



Рис. 3. Растения *Solanum viarum* Dunal в фазе вегетативного роста – май (слева), июнь (справа) (фото Л. Е. Демушкиной)



Fig. 3. *Solanum viarum* Dunal in the vegetative growth phase – May (left), June (right) (photo by L.E. Demushkina)

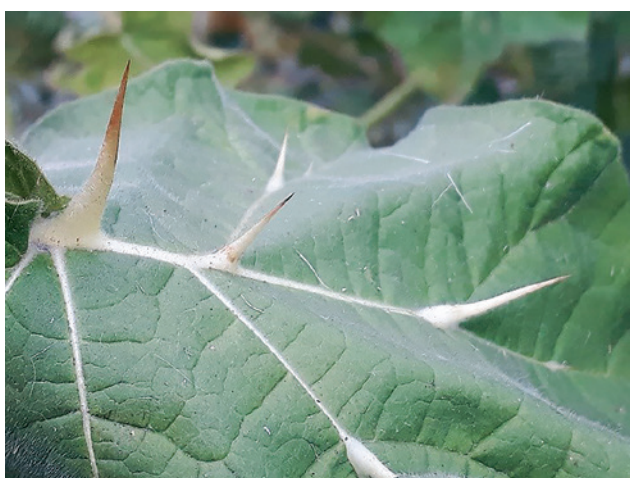


Рис. 4. Длинные прямые колючки на черешках и листьях *Solanum viarum* Dunal (фото Л. Е. Демушкиной)

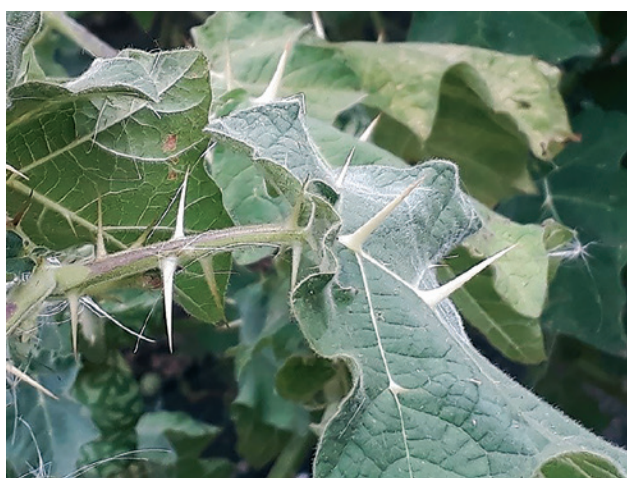


Fig. 4. Long straight prickles on petioles and leaves of *Solanum viarum* Dunal (photo by L.E. Demushkina)

отрастания, вегетации, бутонизации, цветения, плодоношения и фазы отмирания надземных побегов. Определение общей семенной продуктивности проводили весовым методом. Жизнеспособность семян определяли посредством окрашивания зародышей 1%-м раствором хлористого тетразолия («Методические...», 2014).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Климатические условия 2023 г. оказались благоприятными для роста и развития паслена придорожного. Высаженные 24 апреля на участке г. Пятигорска молодые растения полностью прижились и хорошо развивались в условиях солнечной погоды и умеренно теплой температуры (см. рис. 2).

К концу мая все растения нарастили значительную биомассу. Уже к началу июня это были прямостоячие кустики с одиночными стеблями, покрытыми мощными крепкими колючками и ярко-зелеными листьями (см. рис. 3, 4).

Первые бутоны на опытных растениях *S. viarum* появились 7 июня, то есть через 1,5 месяца после высадки рассады в грунт (см. рис. 5 (слева)). 19 июня раскрылись первые цветки, а массовое и обильное цветение наблюдалось с июля по август (см. рис. 5 (справа)).

Растения были усыпаны цветками, вокруг которых кружили многочисленные опылители

Kupriyanov, 2013). Seedlings were planted in the open ground of the site on April 24, 2023. 125 plants were planted, which were in the phase of 2–3 pairs of true leaves.

The dates and duration of the main phases of plant development were recorded: regrowth, vegetation, budding, flowering, fruiting and the phase of dying off of above-ground shoots. The total seed productivity was determined by the weight method. The viability of seeds was determined by staining the embryos with a 1% solution of tetrazolium chloride (Methodological..., 2014).

RESULTS AND DISCUSSION

The climatic conditions of 2023 turned out to be favorable for the growth and development of *S. viarum*. Young plants planted on April 24 in a plot of land in Pyatigorsk took root completely and developed well in sunny weather and moderately warm temperatures (see Fig. 2).

By the end of May, all the plants had grown significant biomass. By the beginning of June, they were upright bushes with single stems covered with powerful, strong thorns and bright green leaves (see Fig. 3, 4).



Рис. 5. Формирование бутонов у *Solanum viarum* Dunal (слева) и цветение (справа) (фото Л. Е. Демушкиной)



Fig. 5. *Solanum viarum* Dunal buds formation (left) and flowering (right) (photo by L.E. Demushkina)

(шмели, бабочки, жуки и др.). Окончание цветения пришлось на первую декаду сентября. Таким образом, паслен придорожный отличался растянутым периодом цветения (около 3 месяцев), синхронизированным с жаркими погодными условиями (см. рис. 6).

Первые плоды были зафиксированы 3 июля. Это были крупные шаровидные ягоды с чередованием темных и светлых зеленых полос. С этого момента и до конца сентября шло формирование новых плодов (см. рис. 7). Высота стеблей паслена придорожного при плодоношении варьировала от 120 до 165 см, а толщина стебля составляла 1,8–3 см (см. рис. 8).

Со второй половины сентября молочно-зеленые плоды *S. viarum* Dunal начали постепенно желтеть (см. рис. 9, 10). Растения оголились, сбросив листья.

Наблюдения за посадками паслена придорожного продолжались до наступления первых осенних заморозков, которые начались с 17 октября 2023 г. Под воздействием низких температур у большинства растений отмечалось пожелтение надземной биомассы, появились некрозы. Большую часть из них пришлось выкорчевать и утилизировать, собрав предварительно все имеющиеся плоды. Плоды содержали большое число семян (см. рис. 11). Шесть растений с плодами на побегах были оставлены зимовать на участке, чтобы на следующий год оценить морозостойкость их корней и жизнеспособность семян.

На основании полученных в 2023 г. данных был подготовлен фенологический спектр сезонного развития *S. viarum* Dunal. Продолжительность вегетации составила порядка 160 дней (см. табл. 2).

Согласно полученным результатам, вегетационный период исследуемых растений отличался значительной продолжительностью и проходил с третьей декады апреля до конца сентября (159 дней). Длительность данного периода могла бы быть больше в случае посева растений семенами. Цветение проходило практически непрерывно все лето – и лишь снижение температур к концу сезона замедлило этот процесс. Плодоношение растянулось с июля и вплоть до наступления первых заморозков (до середины октября).

The first buds on the experimental *S. viarum* plants appeared on June 7, i.e. 1.5 months after the seedlings were planted (see Fig. 5 (left)). The first flowers opened on June 19, and mass and abundant flowering was observed from July to August (see Fig. 5 (right)).

The plants were covered with flowers, around which numerous pollinators (bumblebees, butterflies, beetles, etc.) were circling. The end of flowering occurred in the first ten days of September. Thus, *S. viarum* was distinguished by an extended flowering



Рис. 6. Фаза бутонизации *Solanum viarum* Dunal (конец июня 2023 г.) (фото Л. Е. Демушкиной)

Fig. 6. *Solanum viarum* Dunal budding phase (late June 2023) (photo by L.E. Demushkina)



Рис. 7. Фаза плодоношения на разных стадиях созревания *Solanum viarum* Dunal (июль – август 2023 г.) (фото Л. Е. Демушкиной)



Fig. 7. *Solanum viarum* Dunal fruiting phase at different ripening stages (July-August 2023) (photo by L.E. Demushkina)



В ходе выращивания *S. viarum* Dunal проводили измерения и подсчеты вегетативных и генеративных частей растений. У взрослых плодоносящих растений число боковых побегов варьировало от 5 до 10 штук, длина листовой пластинки доходила до 17 см. Длина шипов на стеблях достигала до 7 мм, а на черешках и центральных жилках листовых пластинок – до 2 см. Все растения были чрезвычайно плодовиты. На одном побеге формировалось от 46 до 182 крупных плодов, что

disposed of, having previously collected all the available fruits. The fruits contained a large number of seeds (see Fig. 11). Six plants with fruits on the shoots were left to overwinter on the site in order to assess the frost resistance of their roots and the viability of the seeds the following year.

Based on the data obtained in 2023, a phenological spectrum of seasonal development of *S. viarum* Dunal was prepared. The duration of the growing season was about 160 days (see Table 2).



Рис. 8. Толщина стеблей *Solanum viarum* Dunal на интродукционном участке (фото Л. Е. Демушкиной)



Fig. 8. *Solanum viarum* Dunal stem thickness at the introduction site (photo by L.E. Demushkina)

period (about 3 months), synchronized with hot weather conditions (see Fig. 6).

The first fruits were recorded on July 3. These were large spherical berries with alternating dark and light green stripes. From this moment until the end of September, new fruits were formed (see Fig. 7). The height of *S. viarum* stems during fruiting varied from 120 to 165 cm, and the thickness of the stem was 1.8-3 cm (see Fig. 8).

From the second half of September, the milky-green fruits of *S. viarum* Dunal began to gradually turn yellow (see Fig. 9, 10). The plants became bare, shedding their leaves.

Observations of *S. viarum* plantings continued until the first autumn frosts, which began on October 17, 2023. Under the influence of low temperatures, most plants showed yellowing of the above-ground biomass, and necrosis appeared. Most of them had to be uprooted and

According to the obtained results, the vegetation period of the studied plants was distinguished by a significant duration and lasted from the third week of April to the end of September (159 days). The duration of this period could have been longer in the case of sowing the plants with seeds. Flowering took place almost continuously throughout the summer and only a decrease in temperatures towards the end of the season slowed down this process. Fruiting stretched from July until the onset of the first frosts (until mid-October).

During cultivation of *S. viarum* Dunal, vegetative and generative parts of plants were measured and counted. In adult fruit-bearing plants,



Рис. 9. Зрелые плоды *Solanum viarum* Dunal (слева) и растения с созревшими плодами (конец сентября 2023 г.) (справа) (фото Л. Е. Демушкиной)



Fig. 9. Ripe fruits of *Solanum viarum* Dunal (left) and plants with ripe fruits (late September 2023) (right). (photo by L.E. Demushkina)

в среднем составляло 114 плодов. Плоды были как мелкого (0,9 см), так и более крупного размера (3 и более см в диаметре). Средний вес плода достигал 8,2 г, при этом значения варьировали от 4,12 до 12,23 г. Число семян в плоде насчитывало от 201 до 572 штук (средний показатель 421 шт/плод). Таким образом, среднестатистическое растение может продуцировать порядка 48 тыс. семян за сезон. Данные о семенной продуктивности *S. viarum* Dunal представлены в табл. 3.



Рис. 10. Урожай плодов в сентябре 2023 г. (фото Л. Е. Демушкиной)

Fig. 10. Fruit harvest in September 2023 (photo by L.E. Demushkina)

the number of lateral shoots varied from 5 to 10, the length of the leaf blade reached 17 cm. The length of the prickles on the stems reached 7 mm, and on the petioles and central veins of the leaf blades – up to 2 cm. All plants were extremely fertile. From 46 to 182 large fruits were formed on one shoot, which averaged 114 fruits. The fruits were both small (0.9 cm) and larger (3 cm or more in diameter). The average weight of the fruit reached 8.2 g, while the values vary from 4.12 to 12.23 g. The number of seeds in the fruit amounted to 201 to 572 pieces (the average figure is 421 pcs. / fruit). Thus, the average plant can produce about 48 thousand seeds per season. Data on seed productivity of *S. viarum* Dunal are presented in Table 3.

Such high seed productivity rates certainly indicate the enormous potential of the seed type reproduction in this plant, which dominates over vegetative reproduction. Seed viability tests showed that they were not viable at the time of collection in September 2023. Due to frosts that occurred in mid-October 2023, the seeds did not ripen, although they looked ripe and had a formed seed coat. A repeat test carried out 3 months later showed that seed viability had reached 53%. The seeds were stored at room temperature in a dry laboratory room all this time. Thus, the lack of heat in the autumn period is critical for the maturation of seed embryos.

In the spring of 2024, the viability of seeds left on the shoots of plants that had overwintered on the site was tested. The test showed that the seeds were completely non-viable. This indicates that the sum of active temperatures during the vegetation period of Pyatigorsk is insufficient to obtain viable seeds from *S. viarum*.

Observations of the process of spring awakening of renewal buds showed the absence of a viable root system in overwintered specimens.

Такие высокие показатели семенной продуктивности безусловно свидетельствуют об огромном потенциале семенного типа размножения у этого растения, который доминирует над вегетативным. Тесты на жизнеспособность семян показали, что на момент их сбора в сентябре 2023 г. они были нежизнеспособны. Из-за заморозков, наступивших в середине октября 2023 г., семена не вызрели, хотя выглядели как зрелые и имели сформированную семенную кожуру. Повторно проведенная через 3 месяца проверка показала, что жизнеспособность семян достигла показателей в 53%. Семена все это время хранились при комнатной температуре в сухом помещении лаборатории. Таким образом, нехватка тепла в осенний период является критической для дозревания зародышей семян.

Весной 2024 г. была проведена проверка жизнеспособности семян, оставленных на побегах зимовавших на участке растений. Тест показал, что семена были полностью нежизнеспособны. Это свидетельствует, что сумма активных температур за вегетационный период г. Пятигорска недостаточна для получения жизнеспособных семян у паслена придорожного.

Наблюдения за процессом весеннего пробуждения почек возобновления показали отсутствие жизнеспособной корневой системы у перезимовавших экземпляров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные в 2023–2024 гг. на карантинном интродукционном участке г. Пятигорска исследования сезонной динамики развития *Solanum viarum*



Рис. 11. Семена паслена придорожного (фото Л. Е. Демушкиной)

Fig. 11. *Solanum viarum* Dunal seeds (photo by L.E. Demushkina)

CONCLUSION

The studies of the seasonal dynamics of *Solanum viarum* Dunal development conducted in 2023–2024 at the quarantine introduction site in Pyatigorsk under controlled conditions showed that this aggressive rhizomatous perennial plant goes through its life cycle in one growing season as an annual plant, blooms abundantly and for a long time, forms a large

Табл. 2. Феноспектр сезонного развития *S. viarum* Dunal в условиях вегетационного опыта Пятигорского филиала ФГБУ «ВНИИКР»

Table 2. Phenospectrum of seasonal development of *S. viarum* Dunal in the conditions of vegetation experiment of Pyatigorsk branch of FGBU “VNIICR”

2023		месяц month							
фенофазы	enophases	Апрель April	Май May	Июнь June	Июль July	Август August	Сентябрь September	Октябрь October	
Высадка рассады	Planting of seedlings								
Вегетация	Vegetation								
Бутонизация	Budding								
Цветение	Flowering								
Плодоношение	Fruiting								
Отмирание	Dying off								

Табл. 3. Семенная продуктивность *S. viarum* Dunal

Table 3. Seed productivity of *S. viarum* Dunal

Год Year	Среднее кол-во плодов на 1 побег, шт Average number of fruits per shoot, pcs.	Диаметр плодов, см Fruit diameter, cm	Среднее кол-во семян в 1 плоде, шт Average number of seeds in 1 fruit, pcs.	Вес 1000 семян, г Weight of 1000 seeds, g
2023	114	0,9–3,3	421	4,47 ± 0,01

Dunal в контролируемых условиях показали, что этот агрессивный корневищный многолетник проходит свой жизненный цикл за один вегетационный сезон по типу однолетнего растения, обильно и продолжительно цветет, формирует большое число плодов (114 штук / 1 растение), отличается высокой семенной продуктивностью (48 тыс. семян / 1 растение) и вымерзает в зимний период. Несмотря на высокие показатели завязывания семян, недостаток тепла не позволяет семенам полностью вызреть. Вегетативное возобновление корневыми отпрысками на следующий год отсутствует.

На основании полученных данных были выявлены важнейшие биологические особенности паслена придорожного, подтверждающие его низкий фитосанитарный статус на сегодняшний день в случае непреднамеренной интродукции растений в условиях г. Пятигорска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ионова Е.В., Лиховидова В.А., Лобунская И.А. Засуха и гидротермический коэффициент увлажнения как один из критериев оценки степени ее интенсивности (обзор литературы) // *Зерновое хозяйство России*. 2019. № 6. С. 18–22. DOI 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.
2. Куприянов А.Н. Теория и практика интродукции растений: учебное пособие. Кемерово: КРЭО «Ирбис». 2013. 160 с.
3. Методические рекомендации по экспертизе карантинных сорных растений. Быково, ФГБУ «ВНИИКР». 2014. С. 13–16.
4. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М., 1975. 28 с.
5. Akanda R.U., Mullahey J.J., Shilling D.G. Environmental factors affecting germination of tropical soda apple (*Solanum viarum*). *Weed Science*. 1996. 44(3). P. 570–574.
6. Bryson C.T., Byrd J.D. *Solanum viarum* (Solanaceae), new to Mississippi. *Sida*. 1994. 16. P. 382–385.
7. Chandra S.K. Invasive Alien Plants of Indian Himalayan Region- Diversity and Implication. *American Journal of Plant Sciences*. 2012. 3. P. 177–184.
8. Christians J.F., Maglio M. *Solanum viarum* Dunal (Solanaceae) dans le département du Gard (France): une espèce exotique nouvelle pour la flore de France continentale. *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*. 2020. 89 (7-8), P. 196–204.
9. Coile N.C. Tropical soda apple *Solanum viarum* Dunal: The plant from hell. *Florida Botany Circular No. 27*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, Florida, United State. 1993.
10. EPPO Technical Document No. 1085. Pest risk analysis for *Solanum viarum* EPPO, Paris, 2022.
11. Ferrell J.A., Mullahey J.J., Tropical Soda Apple (*Solanum viarum* Dunal) in Florida. Document SS- AGR-50, Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida [ed. By University of Florida]. Gainesville, Florida, USA: Florida Cooperative Extension Service. 2006.
12. Medal J., Overholt W., Charudattan W., Mullahey J., Gaskalla R., Diaz R., Cuda J. Tropical Soda Apple Management Plan. Gainesville, Florida, USA: University of Florida-IFAS, 2012. 87 p.
- number of fruits (114 pcs. / 1 plant), has high seed productivity (48 thousand seeds / 1 plant) and freezes out in winter. Despite the high rates of seed setting, the lack of heat does not allow the seeds to fully ripen. Vegetative renewal by root shoots the following year is absent.
- Based on the data obtained, the most important biological characters *Solanum viarum* were identified, confirming its low phytosanitary status today in the case of unintentional introduction of plants in the conditions of Pyatigorsk.

REFERENCES

1. Ionova E.V., Likhovidova V.A., Lobunskaya I.A. Drought and hydrothermal humidity factor as one of the criteria to estimate its intensity degree (literature review) [Zasukha i gidrotermicheskiy koeffitsiyent uvlazhneniya kak odin iz kriteriyev otsenki stepeni yeye intensivnosti (obzor literatury)]. *Grain Economy of Russia*. 2019; (6):18-22. (In Russ.) DOI 10.31367/2079-8725-2019-66-6-18-22.
2. Kupriyanov A.N. Theory and practice of plant introduction: a tutorial. Kemerovo: KREO «Irbis». 2013. 160 p. (In Russ.)
3. Methodical recommendations for the examination of quarantine weeds. Bykovo, FGBU «VNIKR». 2014: 13–16. (In Russ.)
4. Methodology of phenological observations in botanical gardens of the USSR. Moscow, 1975. 28 p. (In Russ.)
5. Akanda R.U., Mullahey J.J., Shilling D.G. Environmental factors affecting germination of tropical soda apple (*Solanum viarum*). *Weed Science*. 1996. 44(3). P.570–574.
6. Bryson C.T., Byrd J.D. *Solanum viarum* (Solanaceae), new to Mississippi. *Sida*. 1994. 16. P. 382–385.
7. Chandra S.K. Invasive Alien Plants of Indian Himalayan Region- Diversity and Implication. *American Journal of Plant Sciences*. 2012. 3. P.177–184.
8. Christians J.F., Maglio M. *Solanum viarum* Dunal (Solanaceae) dans le département du Gard (France): une espèce exotique nouvelle pour la flore de France continentale. *Bulletin de la Société Linnéenne de Lyon*. 2020. 89 (7-8), P.196–204.
9. Coile N.C. Tropical soda apple *Solanum viarum* Dunal: The plant from hell. *Florida Botany Circular No. 27*. Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, Florida, United State. 1993.
10. EPPO Technical Document No. 1085. Pest risk analysis for *Solanum viarum* EPPO, Paris, 2022.
11. Ferrell J.A., Mullahey J.J., Tropical Soda Apple (*Solanum viarum* Dunal) in Florida. Document SS- AGR-50, Agronomy Department, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida [ed. By University of Florida]. Gainesville, Florida, USA: Florida Cooperative Extension Service. 2006.
12. Medal J., Overholt W., Charudattan W., Mullahey J., Gaskalla R., Diaz R., Cuda J. Tropical Soda Apple Management Plan. Gainesville, Florida, USA: University of Florida-IFAS, 2012. 87 p.

13. Mullahey J.J. Tropical soda apple (*Solanum viarum* Dunal), a biological pollutant threatening Florida. *Castanea*. 1996. P. 255–260.

14. Mullahey J.J., Nee M., Wunderlin R.P., Delaney K.R. Weed alert! Tropical soda apple (*Solanum viarum*): a new weed threat in subtropical regions. *Weed Technology*. 1993. 7(3). P. 783–786.

15. Mullahey J.J., Donn G. Shilling, P. Mislevy, R. A. Akanda. Invasion of Tropical Soda Apple (*Solanum viarum*) into the U.S.: Lessons Learned. *Weed Technology*. 1998. 12. P. 733–736.

16. Patterson D. T., McGowan M., Mullahey J. J., Westbrooks R. G. Effects of temperature and photoperiod on tropical soda apple (*Solanum viarum* Dunal) and its potential range in the U.S. *Weed Science*. 1997. 45(3). P. 404–408.

17. Wunderlin R.P., Hansen B.F., Delaney K.R., Nee M., Mullahey J.J. *Solanum viarum* and *S. tampicense* (Solanaceae): two weedy species new to Florida and the United States. *SIDA, Contributions to Botany* 15. 1993. 4. P. 605–11.

18. Климатические особенности г. Пятигорска [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8F%D1%82%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA> (дата обращения: 20.05.2025).

19. EPPO Global Database. [Электронный ресурс]. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/SOLVI/distribution>, (дата обращения: 01.06.2025).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Демушкина Людмила Егоровна, младший научный сотрудник Пятигорского территориального отдела Южного филиала ФГБУ «ВНИИКР», Ставропольский край, г. Пятигорск;
ORCID ID: 0009-0004-7940-3917,
e-mail: demushkina.mila@yandex.ru

Кулакова Юлия Юрьевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник – начальник научно-методического отдела инвазивных видов растений ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл.;
ORCID ID: 0000-0002-9973-7584;
e-mail: thymus73@mail.ru

Кулаков Виталий Геннадьевич, старший научный сотрудник – начальник отдела организации МСИ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, м. о. Раменский, Московская обл.; ORCID ID: 0000-0002-7090-3139,
e-mail: vitaliyk2575@mail.ru

13. Mullahey J.J. Tropical soda apple (*Solanum viarum* Dunal), a biological pollutant threatening Florida. *Castanea*. 1996. P.255–260.

14. Mullahey J.J., Nee M., Wunderlin R.P., Delaney K.R. Weed alert! Tropical soda apple (*Solanum viarum*): a new weed threat in subtropical regions. *Weed Technology*. 1993. 7(3). P.783–786.

15. Mullahey J.J., Donn G. Shilling, P. Mislevy, R. A. Akanda. Invasion of Tropical Soda Apple (*Solanum viarum*) into the U.S.: Lessons Learned. *Weed Technology*. 1998. 12. P.733–736.

16. Patterson D. T., McGowan M., Mullahey J. J., Westbrooks R. G. Effects of temperature and photoperiod on tropical soda apple (*Solanum viarum* Dunal) and its potential range in the U.S. *Weed Science*. 1997. 45(3). P. 404–408.

17. Wunderlin R.P., Hansen B.F., Delaney K.R., Nee M., Mullahey J.J. *Solanum viarum* and *S. tampicense* (Solanaceae): two weedy species new to Florida and the United States. *SIDA, Contributions to Botany* 15. 1993. 4. P. 605–11.

18. Climatic features of Pyatigorsk [Electronic resource]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8F%D1%82%D0%B8%D0%B3%D0%BE%D1%80%D1%81%D0%BA> (last accessed: 20.05.2025).

19. EPPO Global Database. [Electronic resource]. URL: <https://gd.eppo.int/taxon/SOLVI/distribution>, (last accessed: 01.06.2025).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Liudmila Demushkina, Junior Researcher, Pyatigorsk territorial department of the Southern branch of FGBU “VNIICR”, Stavropol Krai, Pyatigorsk;
ORCID 0009-0004-7940-3917,
e-mail: demushkina.mila@yandex.ru.

Yuliana Kulakova, PhD in Biology, Leading Researcher, Head of Research and Methodology Department of Invasive Plant Species, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia;
ORCID 0000-0002-9973-7584; e-mail: thymus73@mail.ru.

Vitaly Kulakov, Senior Researcher – Head of Interlaboratory Comparisons Department, FGBU “VNIICR”, Bykovo, Ramenskoye, Moscow Oblast, Russia;
ORCID 0000-0002-7090-3139,
e-mail: vitaliyk2575@mail.ru.