



ISSN 1727-1320 (Print),
ISSN 2308-6459 (Online)

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2024 TOM VOLUME 107 ВЫПУСК ISSUE 2



Санкт-Петербург
St. Petersburg, Russia

**ПОЛИМОРФИЗМ ДИКОРАСТУЩЕГО ЮЖНОАМЕРИКАНСКОГО КАРТОФЕЛЯ
SOLANUM CHACOENSE ПО УСТОЙЧИВОСТИ К КОЛОРАДСКОМУ ЖУКУ
*LEPTINOTARSA DECEMLINEATA***

Т.В. Кирпичева, Н.А. Чалая, Е.В. Рогозина*

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений
имени Н.И. Вавилова (ВИР), Санкт-Петербург

* ответственный за переписку, e-mail: erogozina@vir.nw.ru

Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* – опасный вредитель картофеля *Solanum tuberosum* на территории России. Создание устойчивых сортов представляет наиболее надежный и безопасный метод решения проблемы защиты картофеля от фитофага. Для использования дикорастущих видов картофеля в качестве источников признака устойчивости необходима надежная фенотипическая оценка образцов, сохраняемых в генных банках в виде семенных коллекций. Растения девяти образцов *S. chacoense* (55 генотипов) из коллекции ВИР в течение трех лет выращивали на опытном участке филиала ВИР Екатеринбургская опытная станция (Тамбовская обл.), в регионе, благоприятном для развития и размножения вредителя. Ежегодно проводился учет семи показателей: численность перезимовавших жуков на 1 растении, заселенность кладками яиц на 1 растении, численность личинок 3–4 возраста, доля растений с числом личинок 3–4 возраста более 20 штук, балл поврежденности ботвы, доля растений с высоким баллом повреждения и численность жуков второго поколения. Происхождение растений *S. chacoense* из различных коллекционных образцов (семей) в коллекции ВИР, достоверно влияет на заселенность и повреждаемость вредителем; влияние фактора «семья» 12–46% в зависимости от показателя. Высокой устойчивостью к фитофагу отличаются растения *S. chacoense* к-21854, наибольшая повреждаемость отмечена у растений образца к-7394. Представители образцов к-2732, 2861, 3060, 19769 и 21848 по-разному заселялись вредителем и различались по отдельным показателям поврежденности. Генотипы *S. chacoense* к-19769 (542-3) и к-21854 (546-3) в течение всех трех лет испытаний проявляли высокую устойчивость к фитофагу.

Ключевые слова: биоразнообразие, дикие сородичи, гетерогенность популяций, селекция, исходный материал, фитофаг

Поступила в редакцию: 24.03.2024

Принята к печати: 25.07.2024

Введение

Колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae) – опасный вредитель картофеля в зоне умеренного климата. Наиболее вероятным центром происхождения фитофага считают местность, ограниченную восточными склонами Скалистых гор и северными районами Мексики, где представители рода *Leptinotarsa* питаются растениями рода Паслен (*Solanum* L.): *S. rostratum* Dun., *S. cornutum* Lam., *S. carolinense* L., *S. angustifolium* Mill. (Rondon et al., 2021). Первое появление вредителя на картофеле *S. tuberosum* L. отмечено в 1811 г. в Северной Америке и в 1877 г. в Европе (Германия) (Balasko et al., 2020). К началу 21 столетия фитофаг распространился в странах Центральной и Северной Америки, Европы и Азии, на территории ограниченной линиями 60 °с.ш. и 15 °с.ш. (EPPO 2023). Общая площадь земель, на которых обнаружены популяции вредителя, составляет 16 млн. кв. км (Balasko et al., 2020). Потери урожая картофеля без применения средств защиты составляют от 40–50% до 80–100% (Павлюшин и др., 2009; EPPO 2023, Maharijaya, Vosman, 2015).

Колорадский жук причиняет значительный ущерб картофелеводству России, и его ареал на территории нашей страны постепенно расширяется. Вредитель поражает

картофель во всех федеральных округах России, с 1971 г. появился на посадках картофеля Северо-Западного региона России (Наумова, 2015). При дальнейшем потеплении климата, на территориях нашей и соседних стран, прогнозируется расширение ареала фитофага в северном, северо-восточном и восточном направлениях (Попова, Попов, 2016).

Длительное время в картофелеводстве использовали химические средства защиты от колорадского жука, что привело к возникновению резистентности фитофага, у которого в результате сформировалась устойчивость к 56 различным компонентам, представляющим все основные классы инсектицидов (EPPO 2023, Rondon et al., 2021, Balasko et al., 2020). Устойчивость к некоторым инсектицидам может сформироваться в первый год их применения (Alyokhin et al., 2008). В настоящее время создание устойчивых сортов представляет наиболее надежный и безопасный метод решения проблемы защиты картофеля от колорадского жука (Шапири, 1985; Шапири, Вилкова, 1986; Павлюшин и др., 2009; Maharijaya, Vosman, 2015, Balasko et al., 2020).

Разнообразие клубнеобразующих видов рода *Solanum* является основой для селекции картофеля и создания

сортов, устойчивых к болезням и вредителям (Рогозина, Хавкин, 2017). На протяжении 20 века генофонд картофеля и родственных видов активно исследовался на наличие ценных для селекции признаков, с 1930х гг. проводилась оценка на устойчивость видов картофеля к колорадскому жуку. В коллекциях мировых генных банков картофеля обнаружены устойчивые к фитофагу формы видов *S. acaule* Bitt., *S. acroglossum* Juz., *S. albornozi* Corr., *S. alandiae* Card., *S. ambosinum* Ochoa, *S. andigenum* Juz. et Buk., *S. berthaultii* Hawkes, *S. bulbocastanum* Dun., *S. bukasovii* Juz. ex Rybin, *S. cañasense* Hawkes, *S. capsicibaccatum* Card., *S. cardiophyllum* Lindl., *S. chacoense* Bitter, *S. chomatophyllum* Bitt., *S. commersonii* Dun., *S. demissum* Lindl., *S. fendlerii* A. Gray, *S. gourlayi* Hawkes, *S. guerreroense* Corr., *S. immite* Dun., *S. infundibuliforme* Phil., *S. jamesii* Torr., *S. kurtzianum* Bitt. et Wittm., *S. megistacrolobum* Bitt., *S. microdontum* Bitt., *S. multidissectum* Hawkes, *S. marinasense* Vargas, *S. neocardenasii* Hawkes et Hjerting, *S. neorossii* Hawkes et Hjerting, *S. okadae* Hawkes et Hjerting, *S. oplocense* Hawkes, *S. paucissectum* Ochoa, *S. pinnatisectum* Dun., *S. piurae* Bitt., *S. polyadenium* Greenm., *S. raphanifolium* Card. et Hawkes, *S. spagazzinii* Bitt., *S. sparsipilum* (Bitt.) Juz. et Buk., *S. tarijense* Hawkes, *S. tarnii* Hawkes et Hjerting, *S. trifidum* Corr. (Hanneman, Bamberg, 1986; Зотева и др., 2004, Jansky et al., 2009, Maharijaya, Vosman, 2015, Rondon et al., 2021).

Разные факторы обеспечивают устойчивость сортов и видов картофеля к колорадскому жуку (Balbyshev, Lorenzen, 1997, Иванова, Фасулати, 2015, Maharijaya, Vosman, 2015). У растений дикорастущих видов *S. chacoense*, *S. commersonii*, *S. okadae*, *S. neocardenasii* имеются токсичные для насекомого вещества – гликоалкалоиды, из которых лептины *S. chacoense* представляются наиболее перспективными для использования в селекции, поскольку образуются только в листовой ткани и не накапливаются в клубнях. Другие классы токсичных соединений обнаружены у *S. berthaultii*, *S. tarijense*, *S. trifidum*. Морфологические особенности видов *S. berthaultii*, *S. polyadenium*, *S. tarijense*, *S. neocardenasii*: наличие трихом (железистого опушения) на листьях и стеблях растений также защищают их от фитофага. У межвидовых гибридов картофеля обнаружена устойчивость на основе реакции гипервосприимчивости, при которой происходит некротизация листовой ткани в месте кладки яиц фитофага, приводящая к их выпадению и гибели (Balbyshev, Lorenzen, 1997). Факторы устойчивости к колорадскому жуку у видов *S. albornozi*, *S. acroglossum*, *S. cardiophyllum*, *S. chomatophyllum*, *S. immite*, *S. neorossii*, *S. oplocense*, *S. paucissectum*, *S. piurae*, *S. tarnii* не установлены (Rondon et al., 2021). По данным ВИЗР, признаки, которые могут выступать в качестве защитных механизмов от повреждения картофеля колорадским жуком, относятся к 8 барьерам иммуногенетической системы растений: морфологическому, органогенетическому, атрептическому, ингибиторному, физиологическому, оксидативному, некротическому и репарационному (Иванова, Фасулати, 2015).

Современные генные банки сохраняют обширные коллекции генетических ресурсов культурных растений и их диких сородичей. Их эффективное использование способствует развитию и устойчивому производству сельскохозяйственной продукции, достижению продовольственной и пищевой безопасности населения. Применение

генетических, геномных и постгеномных технологий позволяет надежно сохранять генетические ресурсы растений, проводить их углубленное изучение (Хлесткина, 2022). Однако, анализ эффективности использования коллекций, которые хранятся в более чем 1750 мировых генных банках, показал, что существует острая необходимость в установлении связи между фенотипическими характеристиками и результатами генотипирования коллекционных образцов (Anglin et al., 2018, Mascher et al., 2019, Wambugu et al., 2018). Значительная часть образцов, сохраняемых в *ex situ* коллекциях, получена в результате сбора семян у растений природных популяций и их воспроизводства при размножении в иных условиях среды. Образцы семенных коллекций в генных банках представляют популяции разной степени гетерогенности, в зависимости от типа опыления, размера исходной популяции, количества циклов репродукции (Anglin et al., 2018, Mascher et al., 2019). Коллекции дикорастущих видов картофеля также сохраняют в мировых генных банках в основном в виде ботанических семян, и соотношение данных фенотипической оценки с результатами секвенирования образцов обозначено как одно из приоритетных направлений в работе с картофельной гермоплазмой (Nagel et al., 2022). Важную роль при этом играют надежные и стандартизированные методы оценки, позволяющие эффективно исследовать разнообразие видов картофеля (Bamberg et al., 2018).

Оценка образцов картофеля из коллекции ВИР по устойчивости к колорадскому жуку ранее была проведена на опытном поле ВИР (г. Пушкин, Санкт-Петербург) по одному показателю – среднее число личинок на одно растение (Зотева и др., 2004). Однако, для объективного выделения наиболее устойчивых к колорадскому жуку образцов картофеля, оценку его видов и сортов следует проводить в соответствии с методикой ВИЗР, учитывая несколько показателей: численность жуков, яйцекладок, личинок и степень поврежденности растений (Иванова, Фасулати, 2015). По мнению сотрудников ВИЗР, Ленинградская обл. и г. С-Петербург, входящие в состав Северо-Западного региона России, представляют зону неблагоприятную для обитания колорадского жука (Фасулати, Иванова, 2018). В этой связи представляет особый интерес изучение видов картофеля по устойчивости к колорадскому жуку в другой агроклиматической зоне, условия которой обеспечивают ежегодно интенсивный рост численности популяций колорадского жука и высокую его вредоносность. Благоприятные биоклиматические условия для развития и размножения вредителя существуют в Тамбовской обл., где рост численности популяций колорадского жука имеет непрерывный характер при любых отклонениях погодных условий (Вольвач, 1987). Цель работы – изучить образцы южноамериканского дикорастущего картофеля *S. chacoense* из коллекции ВИР по устойчивости к колорадскому жуку в условиях их естественного заселения вредителем на опытных полях филиала ВИР – Екатеринбургской опытной станции (ЕОС), расположенной в Тамбовской обл. Российской Федерации. Рабочая гипотеза: гетерогенность коллекционных образцов *S. chacoense* проявляется в разнообразии фенотипов по устойчивости к колорадскому жуку, у представителей вида возможно наличие нескольких факторов устойчивости в одном генотипе.

Материалы и Методы

В 2020–2023 гг. проведено изучение растений девяти образцов южноамериканского дикорастущего картофеля *S. chacoense* из коллекции ВИР (таблица 1). Образцы *S. chacoense* сохраняются в коллекции в виде семян, полученных в результате размножения в ВИР поступлений от экспедиционных сборов или интродукций из других коллекций. Образец к-2732 собран в Аргентине (провинция Буэнос-Айрес) экспедицией П.М. Жуковского в 1955 г., образцы к-2861, к-7394 и к-22638 поступили из Великобритании от профессора Джона Хокса, образцы к-21848, к-21849 и к-21854 – из Эквадора, образец к-19769 интродуцирован Л.Е. Горбатенко, происхождение образца к-3060 неизвестно.

Таблица 1. Образцы *Solanum chacoense*, исследованные на устойчивость к колорадскому жуку

№ п/п	Номер по каталогу ВИР	Номер семьи	Число изученных генотипов		
			2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	2732	537	11	10	10
2	2861	539	9	9	7
3	3060	538	9	7	6
4	7394	541	7	5	7
5	19769	542	15	12	11
6	21848	544	11	10	8
7	21849	545	6	4	4
8	21854	546	8	8	7
9	22638	548	7	6	6
Итого			83	71	66

Table 1. Accessions of *Solanum chacoense* studied for resistance to Colorado potato beetle

##	Number in VIR collection	Number of family	Number of examined genotypes		
			2021 г.	2022 г.	2023 г.
1	2732	537	11	10	10
2	2861	539	9	9	7
3	3060	538	9	7	6
4	7394	541	7	5	7
5	19769	542	15	12	11
6	21848	544	11	10	8
7	21849	545	6	4	4
8	21854	546	8	8	7
9	22638	548	7	6	6
Total:			83	71	66

В 2017 г. семена *S. chacoense* из генбанка ВИР (репродукции 1991–1992 гг.) были высеяны в теплице отдела генетических ресурсов картофеля ВИР. В таблице 1 приведены номера семей, то есть полевые номера для каждой популяции семян, которые использовали в опыте для

обозначения генотипов *S. chacoense*. Сеянцы сохраняли как индивидуальные генотипы, в составе клоновой коллекции, путем получения клубневой репродукции.

В 2021–2023 гг. ежегодно растения *S. chacoense* выращивали на изолированном полевом участке Екатеринбургской опытной станции – филиале ВИР (Тамбовская обл.) при посадке клубнями, полученными в теплице ВИР (г. Пушкин, С-Петербург) из коллекции поддержания диких видов картофеля, каждый генотип в 2–4 повторностях. Контроль – растения сорта Удача и клоны межвидовых гибридов от скрещивания дигаплоида Apta и образца к-12637 южноамериканского вида *S. tarijense*. Клоны межвидовых гибридов использованы в качестве контроля, так как имеют сходство с растениями *S. chacoense* по габитусу и архитектонике растений. В отличие от тетраплоидных сортов картофеля, *S. chacoense* и гибриды (Apta × *S. tarijense*) диплоиды (2n=24).

В связи со сложностью поддержания диких видов картофеля путем получения клубневой репродукции, воспроизводство полностью исходной выборки *S. chacoense* (83 генотипа в 2021 г.) было затруднено. Поэтому в 2022 г. оценен 71 генотип и в 2023 г. – 66 генотипов *S. chacoense* (таблица 1).

Растения на опытном участке филиала ЕОС ВИР выращивали в условиях высокого агрофона. Основная обработка почвы и внесение удобрений соответствовали технологии картофелеводства в данной агроклиматической зоне. Обработка вегетирующих растений проводилась вручную в связи с особенностями роста дикорастущего картофеля. Данные о температуре воздуха и количестве осадков в годы изучения получены на метеорологическом пункте ЕОС ВИР.

Полевая оценка устойчивости *S. chacoense* и контрольных растений выполнена в соответствии с методикой ВИЗР (Шапиро и др., 1993). Ежегодно проводился учет семи показателей: численность перезимовавших жуков на 1 растении, заселенность кладками яиц на 1 растении, численность личинок 3–4 возраста, доля растений с числом личинок 3–4 возраста более 20 штук, балл поврежденности ботвы, доля растений с высоким баллом повреждения и численность жуков второго поколения. Экспериментальные данные обработаны методами математической статистики с использованием программ Excel и Statistica, StatSoft. Определяли среднее, минимальное и максимальное значение и стандартную ошибку каждого показателя. Двухфакторный дисперсионный анализ проведен для оценки существенности различий между семьями из разных коллекционных образцов *S. chacoense* и различий в годы испытаний по устойчивости к колорадскому жуку.

Результаты

Метеорологические условия на Екатеринбургской опытной станции в 2021–2023 гг.

Метеоусловия в годы испытаний были малоблагоприятными для растений культурного картофеля. Погода в период вегетации отличалась в основном повышенными температурами воздуха по сравнению со средними многолетними наблюдениями (таблица 2). В осенне-зимние месяцы 2020–2021 гг. и вегетационный период 2021 г. температура воздуха была более высокой: в октябре на 3.3 °C,

в январе на 6.8 °C, с марта по август на 2.2–5.9 °C. С ноября 2021 г. по апрель 2022 г. температура воздуха превышала средние многолетние значения на 1.9–6.5 °C (табл. 2). Пониженные температуры, по сравнению со средними многолетними значениями, отмечены в октябре 2021 г. (на 1.9 °C), в мае и сентябре 2022 г. (на 2.9 °C и 2.1 °C соответственно). В остальные месяцы 2022 г. и в 2023 г. температура воздуха превышала средние многолетние значения на 1.1–6.7 °C (табл. 2).

Таблица 2. Температурные условия на филиале Екатеринбургская опытная станция в 2021–2023 гг.

Месяцы	Средняя температура воздуха в годы испытаний (°C)			Средняя многолетняя температура (°C)
	2021	2022	2023	
январь	-4.0	-6.5	-10.0	-10.8
февраль	-10.5	-3.7	-5.1	-10.2
март	-1.8	-2.8	+2.0	-5.1
апрель	+10.8	+11.0	+11.2	+4.9
май	+16.8	+11.0	+14.8	+13.9
июнь	+22.0	+21.0	+18.9	+17.8
июль	+23.5	+21.5	+21.3	+20.0
август	+23.0	+22.0	+21.4	+18.3
сентябрь	+12.8	+10.0	+15.0	+12.1
октябрь	+3.3	+8.0	-	+5.2
ноябрь	+3.0	+1.0	-	-0.8
декабрь	-3.5	-6.5	-	-6.0

Table 2. Air temperature at the Ekaterininskaya experimental station in 2021–2023

Months	Temperature during the observation years (°C)			Mean perennial temperature (°C)
	2021	2022	2023	
January	-4.0	-6.5	-10.0	-10.8
February	-10.5	-3.7	-5.1	-10.2
March	-1.8	-2.8	+2.0	-5.1
April	+10.8	+11.0	+11.2	+4.9
May	+16.8	+11.0	+14.8	+13.9
June	+22.0	+21.0	+18.9	+17.8
July	+23.5	+21.5	+21.3	+20.0
August	+23.0	+22.0	+21.4	+18.3
September	+12.8	+10.0	+15.0	+12.1
October	+3.3	+8.0	-	+5.2
November	+3.0	+1.0	-	-0.8
December	-3.5	-6.5	-	-6.0

Количество осадков в предшествующие месяцы и во время испытаний варьировало в значительной степени (таблица 3). Первый год испытаний характеризовался чередованием периодов избыточного увлажнения и дефицита влаги. В апреле, мае, июне и сентябре 2021 г. выпало 178%, 214%, 370% и 270%, а в июле, августе и октябре выпало 43%, 86% и 76% среднемесячной нормы осадков соответственно (табл. 3). В 2022 г. в весенние и летние месяцы (до августа) количество осадков превышало средние многолетние значения. В августе 2022 г. количество осадков составило 82% средних многолетних значений. В 2023 г. также отмечено чередование периодов избыточного поступления и дефицита осадков: засушливые весенние месяцы (в мае выпало 25% нормы осадков) сменились обильными осадками летом (135% в июне и 175% в июле).

Численность вредителя и повреждаемость растений картофеля колорадским жуком на Екатеринбургской ОС в 2021–2023 гг.

В 2021 г. перезимовавшие имаго вредителя появились одновременно со всходами растений картофеля 17–27 мая. Учет, проведенный 16 июня, установил наличие в среднем пяти жуков на растениях сорта Удача, от 1 до 3 жуков на гибридах (Apta × *S. tarijense*) и 0–5 жуков на генотипах *S. chacoense*. Численность яйцекладок составила 6 шт./раст. у сорта Удача, 1–3 шт./раст. у гибридов (Apta × *S. tarijense*) и 0–7 шт./раст. у *S. chacoense* (таблица 4).

Ливень с градом, прошедший 28 июня, повредил почти всю наземную часть растений и привел к смыванию и гибели части яйцекладок вредителя. Численность личинок

старшего возраста (учет 3 июля) составила 13 шт./раст. сорта Удача, 2–11 шт./раст. у гибридов (Apta × *S. tarijense*) и 0–17 шт./раст. у *S. chacoense* (табл. 4). Доля растений, на которых обнаружено более 20 шт. личинок старшего возраста, велика у контроля – сорта Удача 60%, у гибридов 31% (0–50%), у образцов *S. chacoense* существенно меньше – 18%. (табл. 4). Поврежденность ботвы сорта Удача 3 балла, гибридов (Apta × *S. tarijense*) 2.70 баллов (от 1 до 5); поврежденность ботвы *S. chacoense* намного меньше – в среднем 6.16 баллов (от 1 до 9). Высокий балл поражения ботвы имели все гибриды (Apta × *S. tarijense*) и 90% растений сорта Удача. У растений *S. chacoense* менее половины выборки (46%) имело высокий балл поражения ботвы, однако, в зависимости от генотипа этот показатель составил 0–100% (табл. 4). Жаркая погода (температура воздуха превышала средние многолетние значения на 3.5–4.7 °) и дефицит влаги привели к засыханию и гибели растений сорта Удача и отдельных растений *S. chacoense*, поэтому 18 июля учет численности имаго второго поколения проведен на 73 генотипах *S. chacoense*. Численность жуков составила 0–12 шт./раст., средний показатель для выборки *S. chacoense* более 4 шт./раст. По результатам полевой оценки 2021 г. в четырех популяциях *S. chacoense* (к-19769, к-21848, к-21849 и к-21854) выделены генотипы, которые по всем показателям демонстрировали высокую устойчивость к фитофагу. У генотипов 542-3, 542-18, 544-20, 545-11, 545-18, 546-3 и 546-11 заселенность яйцекладками составляла 0–1 шт./раст., численность личинок старшего возраста 0–3 шт./раст., поврежденность

Таблица 3. Количество осадков на филиале Екатеринбургская опытная станция в 2021–2023 гг.

Месяцы	Количество осадков в годы испытаний (мм)			Среднее многолетнее количество осадков (мм)
	2021	2022	2023	
январь	106	103	34	38.0
февраль	65	39	41	30.0
март	5	52	50	33.0
апрель	57	76	27	32.0
май	92	48	11	43.0
июнь	211	80	77	57.0
июль	27	127	110	63.0
август	45	42.5	39	52.0
сентябрь	111	141	16	41.0
октябрь	32	131	-	42.0
ноябрь	70	70	-	39.0
декабрь	36	94	-	38.0

Table 3. Precipitation at the Ekaterininskaya experimental station in 2021–2023

Месяцы	Precipitation during the observation years (mm)			Mean perennial precipitation (mm)
	2021	2022	2023	
January	106	103	34	38.0
February	65	39	41	30.0
March	5	52	50	33.0
April	57	76	27	32.0
May	92	48	11	43.0
June	211	80	77	57.0
July	27	127	110	63.0
August	45	42.5	39	52.0
September	111	141	16	41.0
October	32	131	-	42.0
November	70	70	-	39.0
December	36	94	-	38.0

Таблица 4. Результаты испытания растений *Solanum chacoense* по устойчивости к колорадскому жуку (Екатерининская опытная станция, 2021–2023 гг.)

Показатели устойчивости	Год испытания (число изученных генотипов <i>S. chacoense</i>)					
	2021 (83)		2022 (71)		2023 (66)	
	$\bar{x} \pm s_x$	мин-макс	$\bar{x} \pm s_x$	мин-макс	$\bar{x} \pm s_x$	мин-макс
Число перезимовавших имаго на 1 растении	1.47±0.14	0-5	1.14±0.13	0-6	0.34±0.06	0-2
Число кладок яиц на 1 растении	1.84±0.19	0-7	1.67±0.25	0-13	1.59±0.12	0-5
Число личинок 3–4 возраста на 1 растении	5.57±0.48	0-17	10.34±0.77	0-29	10.4±1.1	0-32
Доля растений с числом личинок 3–4 возраста более 20 шт.	0.18±0.02	0-0.8	0.27±0.02	0-0.8	0.35±0.04	0-1 (56)
Поврежденность ботвы, балл	6.16±0.26	1-9	5.83±0.27	1-9	5.14±0.31	1-9
Доля растений с высоким баллом поврежденности	0.46±0.03	0-1.0	0.56±0.03	0-1	0.42±0.03	0-1
Число имаго нового поколения* на 1 растение	4.42±0.32	0-12 (73)	2.88±0.25	0-8 (52)	8.64±0.82	1-22 (56)

* Учет сделан на 73, 52 и 56 генотипах *S. chacoense* в 2021, 2022 и 2023 гг. соответственно.

Table 4. Results of *Solanum chacoense* plants study for resistance to the Colorado potato beetle (Ekaterininskaya experimental station, 2021–2023)

Resistance indices	Year of trial (number of examined <i>S. chacoense</i> genotypes)					
	2021(83)		2022 (71)		2023 (66)	
	$\bar{x} \pm s_x$	min-max	$\bar{x} \pm s_x$	min-max	$\bar{x} \pm s_x$	min-max
Number of overwintered adults per plant	1.47±0.14	0-5	1.14±0.13	0-6	0.34±0.06	0-2
Number of eggs per plant	1.84±0.19	0-7	1.67±0.25	0-13	1.59±0.12	0-5
Number of 3–4 instars per plant	5.57±0.48	0-17	10.34±0.77	0-29	10.4±1.1	0-32
Quote of plants with more than 20 3–4 instars	0.18±0.02	0-0.8	0.27±0.02	0-0.8	0.35±0.04	0-1 (56)
Haulm damage	6.16±0.26	1-9	5.83±0.27	1-9	5.14±0.31	1-9
Quote of plants with high rate of haulm damage	0.46±0.03	0-1.0	0.56±0.03	0-1	0.42±0.03	0-1
Number of adults per plant*	4.42±0.32	0-12 (73)	2.88±0.25	0-8 (52)	8.64±0.82	1-22 (56)

*counts were made using *S. chacoense* genotypes 73, 52, and 56, in 2021, 2022, and 2023, respectively.

ботвы не наблюдалась или была минимальной (8 баллов), растения хорошо отросли к моменту второго учета, и численность нового поколения вредителя на них составляла 0–7 шт./раст. Засуха, продолжавшаяся до конца августа, предотвратила появление яйцекладок и развитие следующего поколения вредителя.

В 2022 г. в связи с прохладной погодой в мае всходы картофеля появились с опозданием, через 25 дней после посадки. Перезимовавшие имаго вредителя появились одновременно со всходами растений картофеля 30 мая. Учет, проведенный 6 июня, установил наличие до 17 шт. жуков на растениях сорта Удача, от 2 до 5 жуков у гибридов (Арта×*S. tarijense*) и 0–6 жуков на растениях *S. chacoense*. Численность яйцекладок составила 9,8 шт./раст. у сорта Удача, 0–4 шт./раст. у гибридов (Арта×*S. tarijense*) и 0–13 шт./раст. у *S. chacoense* (таблица 4). Высокие температуры и достаточное количество влаги положительно влияли на развитие фитофага. Численность личинок старшего возраста (учет 11 июля) составила 47,6/шт./раст. у сорта Удача, 17–50 шт./раст. у гибридов (Арта×*S. tarijense*) и 0–29 шт./раст. у *S. chacoense* (таблица 4). Доля растений, на которых обнаружено более 20 личинок старшего возраста, у сорта Удача 92%, у гибридов 63% (30–80%), у образцов *S. chacoense* существенно меньше – 27%. (табл. 4). Поврежденность ботвы растений сорта Удача и гибридов (Арта×*S. tarijense*) сильная – 1 балл; поврежденность ботвы *S. chacoense* намного меньше – в среднем 5,83 балла (от 1 до 9). На рисунках 1 и 2 представлены различия между генотипами *S. chacoense* по степени поврежденности ботвы в июле 2022 г.

В условиях благоприятных для вредителя, более половины растений *S. chacoense* (56%) имели высокий балл поражения ботвы, в зависимости от генотипа этот показатель составил 0–100% (табл. 4). Растения сорта Удача, всех межвидовых гибридов и некоторые растения *S. chacoense* погибли из-за повреждения колорадским жуком, поэтому 23 июля учет численности имаго второго поколения проведен на 52 генотипах *S. chacoense*. Численность жуков составила 0–8 шт./раст., средний показатель для выборки *S. chacoense* более 2 шт./раст. (табл. 4). По результатам полевой оценки 2022 г. в трех популяциях *S. chacoense* (к-19769, к-21854 и 22638) выделены генотипы, которые по всем показателям демонстрировали высокую устойчивость к фитофагу. У генотипов 542-3, 546-3, 546-11, 548-8 и 548-10 заселенность яйцекладками составляла 0–2 шт./раст., численность личинок старшего возраста 0–5 шт./раст., ботва не была повреждена и численность нового поколения жука на них составляла 1–4 шт./раст. Яйцекладок не обнаружено и следующего поколения вредителя не было.

В 2023 г. перезимовавшие имаго вредителя появились одновременно со всходами растений картофеля. Учет, проведенный 3 июня, обнаружил небольшое количество жуков – по 4–8 особей на сорте Удача, 1–2 на растениях *S. chacoense*. К середине июня численность жуков увеличилась до 10–12 шт. на сорте Удача и 3–5 шт. на растениях *S. chacoense*. Численность яйцекладок составила 5–7 шт./раст. у сорта Удача, 2–7 шт./раст. у гибридов (Арта×*S. tarijense*) и 0–5 шт./раст. *S. chacoense* (табл. 4). Численность личинок старшего возраста (учет 18 июля) составила до 80 шт./раст. у сорта Удача, 22–78 шт./раст. у гибридов



Рисунок 1, 2. Различия между растениями *Solanum chacoense* по степени повреждаемости ботвы личинками колорадского жука. Екатеринбургская опытная станция, 21.07.2022 г.

Figure 1, 2. Differences between *Solanum chacoense* plants in terms of damage caused by Colorado potato beetle larvae. Ekaterininskaya experimental station, 21.07.2022

(Арта×*S. tarjense*) и 0–32 шт./раст. у *S. chacoense* (табл. 4). Более 20 шт. личинок старшего возраста на одном растении обнаружено у всех гибридов (Арта×*S. tarjense*) и на 35% растений *S. chacoense*. Все растения межвидовых гибридов и сорта Удача имели сильное поражение ботвы (1–3 балла), у образцов *S. chacoense* поврежденность ботвы значительно меньше, в среднем 5.14 балла (табл. 4). У растений *S. chacoense* менее половины выборки (42%) имело высокий балл поражения ботвы, в зависимости от генотипа этот показатель составил 0–100% (табл. 4). Растения сорта Удача, всех межвидовых гибридов и части образцов *S. chacoense* погибли из-за повреждения колорадским жуком, поэтому 27 июля учет численности имаго второго поколения проведен на 56 генотипах *S. chacoense*. Обнаружено 1–22 шт. вредителя на одном растении, средний показатель 8.64 шт. (табл. 4). По результатам полевой оценки 2023 г. в пяти популяциях *S. chacoense* (к-19769, к-21848, к-21849, к-21854 и 22638) выделены генотипы, которые по большинству показателей демонстрировали высокую устойчивость к фитофагу. У генотипов 542-3, 544-18, 544-19, 544-20, 545-8, 545-11, 546-3, 546-7 и 548-8 заселенность яйцекладками составляла 0–3 шт./раст., численность личинок старшего возраста 0–4 шт./раст., ботва не была повреждена. Однако, среди выделенных генотипов, только у двух – 542-3 и 546-3 обнаружена небольшая численность (2–3 шт./раст.) жуков нового поколения. У остальных генотипов численность жуков нового поколения составила 7–21 шт./раст.

В результате трех лет исследований выделены два генотипа *S. chacoense*: 542-3 (к-19769) и 546-3 (к-21854) с наилучшими показателями устойчивости в каждый год испытания. На растениях генотипов 546-3 и 542-3

регистрировали не более 1 шт. перезимовавшего имаго, не более 3 яйцекладок, 0–3.3 шт. в среднем личинок 3–4 возраста, поврежденность ботвы не ниже 8 баллов. У генотипов 546-3 и 542-3 доля растений с числом личинок 3–4 возраста более 20 штук не превышала 25%, с высоким баллом повреждения (1–5) не превышала 30%.

Различия между образцами S. chacoense по устойчивости к колорадскому жуку

Ежегодное изучение в течение трех лет проведено для 55 генотипов *S. chacoense*, представляющих девять коллекционных образцов («семей»), и трех гибридов (Арта×*S. tarjense*), использованных в качестве контроля. Анализ данных оценки по заселенности вредителем и повреждаемости растений в 2021–2023 гг. установил значимость различий ($p < 0.05$) между семьями *S. chacoense* по всем показателям устойчивости (Таблица 5).

Происхождение растений *S. chacoense* (фактор «семья») оказывает статистически значимое влияние на величину всех показателей, связанных с заселенностью и повреждаемостью растений вредителем (табл. 5). В течение трех лет изучения, на растениях *S. chacoense*, представляющих семьи 544, 546 и 548 (образцы к-21848, 21854 и 22638 соответственно), перезимовавших имаго вредителя достоверно меньше – 0.5–0.8 шт./раст., чем у контрольного образца (Арта×*S. tarjense*) и семьи 538 (к-3060) – 1.9 шт./раст. На растениях *S. chacoense* семьи 537 (к-2732), 546 и 548 яйцекладок вредителя достоверно меньше – 0.9–1.6 шт./раст., чем на растениях контроля и семей 538, 539 (к-2861) – 2.6–3.0 шт./раст. Влияние фактора «семья» на этапе заселения и начальной стадии размножения фитофага 12–13%.

Таблица 5. Итоги двухфакторного дисперсионного анализа результатов оценки растений *Solanum chacoense* по устойчивости к колорадскому жуку

Фактор	F-критерий	p-уровень	Размер эффекта
Число перезимовавших имаго на 1 растении			
Семья	4.84	0.00	0.13
Год	24.18	0.00	0.14
Семья×Год	4.91	0.00	0.26
Число кладок яиц на 1 растении			
Семья	2.86	0.00	0.12
Год	0.06	0.94	0.00
Семья×Год	2.67	0.00	0.22
Число личинок 3–4 возраста на 1 растении			
Семья	7.16	0.00	0.24
Год	13.19	0.00	0.10
Семья×Год	1.96	0.02	0.13
Доля растений с числом личинок 3–4 возраста более 20 шт.			
Семья	2.77	0.01	0.13
Год	3.88	0.02	0.04
Семья×Год	1.33	0.18	0.12
Поврежденность ботвы, балл			
Семья	14.71	0.00	0.46
Год	2.49	0.09	0.02
Семья×Год	0.48	0.96	0.03
Доля растений с высоким баллом поврежденности ботвы			
Семья	11.93	0.00	0.34
Год	14.68	0.00	0.09
Семья×Год	2.24	0.00	0.13

Table 5. Two-way ANOVA results for *Solanum chacoense* plants tested in resistance to Colorado potato beetle

Factor	F-criterion	p-level	Size of the effect
Number of overwintered adults per plant			
Family	4.84	0.00	0.13
Year	24.18	0.00	0.14
Family×Year	4.91	0.00	0.26
Number of eggs per plant			
Family	2.86	0.00	0.12
Year	0.06	0.94	0.00
Family×Year	2.67	0.00	0.22
Number of 3–4 instars per plant			
Family	7.16	0.00	0.24
Year	13.19	0.00	0.10
Family×Year	1.96	0.02	0.13
Quote of plants with more that 20 3–4 instars			
Family	2.77	0.01	0.13
Year	3.88	0.02	0.04
Family×Year	1.33	0.18	0.12
Haulm damage			
Family	14.71	0.00	0.46
Year	2.49	0.09	0.02
Family×Year	0.48	0.96	0.03
Quote of plants with high rate of haulm damage			
Family	11.93	0.00	0.34
Year	14.68	0.00	0.09
Family×Year	2.24	0.00	0.13

Численность личинок 3–4 возраста на всех растениях *S. chacoense* значительно меньше, чем на растениях гибридов (*Apta* × *S. tarjense*). Наименьшее число личинок (3.6–6.0 шт./раст.) обнаружено в семьях 545 (к-21849), 546 и 548, тогда как заселенность растений гибридов (*Apta* × *S. tarjense*) составила 25 шт./раст. В семьях 541 (к-7394), 542 (к-19769), 544, 545 и 546, по сравнению с контролем и семьей 538, достоверно меньше доля растений, у которых обнаружено более 20 шт. личинок 3–4 возраста: 13–23% и 36–38% соответственно. Влияние фактора «семья» на численность личинок фитофага 13–24%.

Наиболее значимо влияние фактора «семья» на повреждаемость ботвы и долю растений с высоким баллом повреждения – 46% и 34% соответственно. У растений контроля и семьи 541 *S. chacoense* ботва была полностью уничтожена (1.6–1.8 балла), в семьях 539 и 544 повреждена умеренно (6.1–6.8 баллов) и незначительно повреждена

(7.3–8.3 балла) у растений в семьях 545 и 546. У гибридов (*Apta* × *S. tarjense*) и в семье 541 доля растений, у которых вредитель уничтожил полностью ботву, составляет (81–89%). В семьях 545, 546 и 548 доля растений с сильным поражением ботвы значительно меньше, составляет 24–37%.

Метеоусловия периода вегетации (фактор год) оказывали значимое влияние на численность имаго, численность личинок вредителя и на долю растений с высоким баллом повреждения ботвы, не влияли на число яйцекладок и общую поврежденность ботвы (табл. 5). Влияние фактора год составляет 4–14%. Большой эффект, чем метеоусловия оказывает взаимодействие двух факторов (семья и год), которое значимо влияет на численность имаго, яйцекладок, личинок вредителя и на долю растений с высоким баллом повреждения (табл. 5).

Обсуждение

Впервые, в течение трех лет в регионе с высокой численностью популяций вредителя, образцы *S. chacoense* из коллекции ВИР оценены на устойчивость к колорадскому жуку по комплексу признаков. Получена характеристика растений по семи показателям, в отличие от ранее проведенных исследований, в которых оценивали отдельные признаки: поврежденность ботвы (Jansky et al. 2009), заселенность растений личинками (Зотеева и др., 2004), содержание лептина (Maharijaya, Vosman 2015).

По итогам трёхлетнего изучения, наибольшая устойчивость к колорадскому жуку отмечена у растений *S. chacoense* в семье 546 (к-21854), а наибольшая повреждаемость – у гибридов (*Apta* × *S. tarjense*) и *S. chacoense* в семье 541 (к-7394). Растения в семьях 537, 538, 539, 542 и 544 (образцы к-2732, 2861, 3060, 19769 и 21848 соответственно) по-разному заселялись вредителем и различались по отдельным параметрам устойчивости. Так, семьи 537 и 539 различались по численности яйцекладок, численность личинок 3–4 возраста в обеих семьях одинакова, но повреждение ботвы заметно больше у растений семьи 537, чем семьи 539. Семьи 542 и 544 не различались по заселенности личинками 3–4 возраста, однако, поражение ботвы достоверно больше у растений в семье 542, чем в семье 544. Растения в семье 538 больше заселялись вредителем, чем в семье 541, но поражение их ботвы достоверно меньше. Очевидно, что представители разных семей (и разных коллекционных образцов, соответственно) *S. chacoense* различаются по привлекательности для вредителя, пригодности для его питания и развития. Наши результаты хорошо согласуются с установленными ранее внутривидовыми различиями *S. chacoense* по устойчивости к колорадскому жуку (Зотеева и др., 2004, Pelletier et al., 2011).

Колебания температуры воздуха и нестабильность осадков в период испытаний оказали неблагоприятное воздействие на фитофага и растения картофеля. Температурный фактор определяет активность питания перезимовавшего имаго и интенсивность яйцекладки (Вольвач, 1987). Прохладная температура в мае 2022 г. замедлила выход вредителя и появление всходов картофеля. Более прохладная температура воздуха в июне 2023 г. обусловила меньшую численность жуков и яйцекладок (не более

2 имаго и пяти штук яйцекладок на растении) по сравнению с тем же периодом в предыдущие годы испытаний. Для быстрого появления из яиц и развития личинок необходима температура 25–32 °C (Alyokhin et al., 2008). Низкая относительная влажность воздуха оказывает сильное отрицательное действие на развитие личинок (Вольвач, 1987). Жаркий сухой июль в 2021 г. (43% месячной нормы осадков) неблагоприятно повлиял на личиночную стадию развития фитофага: средняя численность личинок старшего возраста была в два раза меньше, чем в последующие годы испытаний. Колорадский жук в течение вегетационного сезона может развиваться в двух-трех генерациях при сочетании благоприятных условий – температуры, длины дня и качества пищи (Вольвач, 1987). Ежегодно высокие температуры и дефицит осадков в августе препятствовали развитию второго поколения фитофага на полевом участке филиала ЕОС ВИР. Тем не менее, высокий биологический потенциал вредителя обеспечивал ежегодное восстановление его популяции.

В нашем опыте оценены на устойчивость к колорадскому жуку растения *S. chacoense*, одного из наиболее распространенных видов дикорастущего картофеля Южной Америки. Этот вид обладает высокой способностью к адаптации к различным условиям среды. Ареал *S. chacoense* простирается от юга Боливии через Парагвай, Аргентину, заходит на территорию Уругвая и юг Бразилии в амплитуде вертикальной зональности 0–3200 м над уровнем моря (Горбатенко, 2006). В условиях Тамбовской обл. ежегодно растения образцов к-2732, 21848, 21854 и 22638 демонстрировали способность к произрастанию при высоких температурах и нестабильности осадков. Отмечена высокая регенерационная способность у отдельных генотипов образцов к-2732, 19769, 21849, 21854 и 22638. Образцы *S. chacoense* разного происхождения (мест произрастания или интродукции) и отдельные растения внутри популяций (коллекционных образцов) достоверно различались по заселенности имаго и личинками колорадского жука и по степени повреждаемости фитофагом. Разнообразие фенотипов, полученных при генеративном размножении в условиях *ex situ*, свидетельствует о генетической гетерогенности образцов *S. chacoense* в семенной коллекции ВИР.

Благодарности

Исследование выполнено в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме № FGEM-2022–0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Библиографический список (References)

- Вольвач ВВ (1987) Моделирование влияния агрометеорологических условий на развитие колорадского жука. Л. Гидрометеоздат. 240 с
- Горбатенко ЛЕ (2006) Виды картофеля Южной Америки (Экология, география, интродукция, систематика, селекционная значимость). СПб: ВИР. 456 с
- Зотеева НМ, Хжановская М, Евстратова ЛП, Фасулати СР, Юсупов ТМ (2004) Устойчивость образцов диких видов картофеля к болезням и вредителям. Каталог мировой коллекции ВИР (761). СПб.: ВИР. 88 с.
- Иванова ОВ, Фасулати СР (2015) Устойчивость картофеля к колорадскому жуку и специфика ее структуры у сортов различных групп спелости. *Защита и карантин растений* 6:40–43
- Наумова НИ (2015) Влияние условий зимовки на расселение колорадского жука при его территориальной экспансии в Северо-Западном регионе России. *Вестник защиты растений* 1(83):45–48
- Павлюшин ВА, Сухорученко ГИ, Фасулати СР, Вилкова НА (2009) Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» 3:69–100
- Попова ЕН, Попов ИО (2016) Прогноз изменений климатического ареала колорадского жука на территории России и соседних стран при различных сценариях антропогенного воздействия на климат. *ИЗВЕСТИЯ РАН. Серия географическая* 1:67–73
- Рогозина ЕВ, Хавкин ЭЕ (2017) Межвидовые гибриды картофеля как доноры долговременной устойчивости к патогенам. *Вавиловский журнал генетики и селекции* 21(1):30–41. <https://doi.org/10.18699/VJ17.221>
- Фасулати СР, Иванова ОВ (2018) Роль абиотических факторов в ограничении распространения колорадского жука на Северо-западе России. *Вестник защиты растений* 4(98):27–30
- Хлесткина ЕК (2022) Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 183(1):9–30. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-9-30>
- Шапино ИД (1985) Иммуниет полевых культур к насекомым и клещам. Л.: Зоологический институт АН СССР. 321 с
- Шапино ИД, Вилкова НА (1986) Значение иммунитета растений к вредителям в интенсификации растениеводства. *Труды Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений* 24–32
- Шапино ИД, Вилкова НА, Фасулати СР (1993) Методические рекомендации по изучению и оценке форм картофеля на устойчивость к колорадскому жуку. М.: РАСХН. 47 с
- Alyokhin A, Baker M, Mota-Sanchez D, Dively G, Grafius E (2008) Colorado potato beetle resistance to insecticides. *Am J Pot Res* 85(6):395–413
- Anglin N L, Amri A, Kehel Z, & Ellis D (2018) A case of need: linking traits to genebank accessions. *Biopreservation and biobanking* 16(5):337–349. <https://doi.org/10.1089/bio.2018.0033>
- Balasko M, Mikac K, Bazok R & Lemic D (2020). Modern techniques in colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* say) control and resistance management: History review and future perspectives. *Insects* 11(9):1–17
- Balbyshev NF, Lorenzen JH (1997) Hypersensitivity and egg drop: A novel mechanism of host plant resistance to Colorado potato beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). *J Econ Entomol* 90:652–657
- Bamberg J, Jansky S, del Rio F, Ellis D (2018) Ensuring the genetic diversity of potatoes. In: Wang-Pruski, G., Ed., Achieving sustainable cultivation of potatoes. Volume 1: Breeding, nutritional and sensory quality. Cambridge: Burleigh Dodds Science Publishing. 320 p. <https://doi.org/10.19103/AS.2017.0016.02>
- EPPO (2023) *Leptinotarsa decemlineata*. EPPO datasheets on pests recommended for regulation. Available online. <https://gd.eppo.int> (дата обращения 20 марта 2024 г)
- Hanneman RE, Bamberg JB. Inventory of tuber-bearing Solanum species. USA, Madison: University of Wisconsin, 1986, Bulletin 533
- Jansky, SH, Simon R, Spooner DM (2009). A test of taxonomic predictivity: resistance to the Colorado potato beetle in wild relatives of cultivated potato. *J Econ Entomol* 102:422–431. <https://doi.org/10.1603/029.102.0155>
- Maharijaya A, Vosman B (2015) Managing the Colorado potato beetle; the need for resistance breeding. *Euphytica* 204:487–501
- Mascher M, Schreiber M, Scholz U, Graner A, Reif JC & Stein N (2019). Genebank genomics bridges the gap between the conservation of crop diversity and plant breeding. *Nature Gen* 51(7):1076–1081. <https://doi.org/10.1038/s41588-019-0443-6>
- Nagel M, Dullloo M.E, Bissessur P, Gavrilenko T, Bamberg J, Ellis D, Giovannini P (2022) Global strategy for the conservation of potato. Bonn: Global Crop Diversity Trust. 159 p.
- Pelletier Y, Horgan FG and Pompom J (2011) Potato resistance to insects. *Am J Pot Sci* 5:37–51
- Rondon SI, Feldman M, Thompson A, Oppedisano T and Shrestha G (2021) Identifying resistance to the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in potato germplasm: review update. *Front Agron* 3:642189. <https://doi.org/10.3389/fagro.2021.642189>
- Wambugu PW, Ndjiondjop M-N, Henry RJ (2018) Role of genomics in promoting the utilization of plant genetic resources in genebanks, *Brief Funct Genom* 198–206. <https://doi.org/10.1093/bfgp/ely014>

Translation of Russian References

- Fasulati SR, Ivanova OV (2018). Role of environmental abiotic factors in limiting the Colorado potato beetle distribution on Northwestern Russia. *Plant Protection News* 4(98):27–30 (In Russian)
- Gorbatenko, LE (2006) Potato species of South America: Ecology, Geography, Introduction, Taxonomy, and Breeding Value; Russian Academy of Agricultural Sciences, State Scientific Centre of the Russian Federation: St. Petersburg, Russian 456 p (In Russian)
- Ivanova OV, Fasulati SR (2015) Potato resistance to the Colorado potato beetle and the specificity of its structure in varieties of different maturity groups. *Plant protection and quarantine* 6: 40–43 (In Russian)
- Khlestkina EK (2022) Genetic resources in Russia: from collections to bioresource centers. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding* 183(1):9–30 (In Russian) <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2022-1-9-30>
- Naumova NI (2015) The influence of wintering conditions on the distribution of the Colorado potato beetle during its territorial expansion in the North-West region of Russia. *Plant Protection News* 1(83):45–48 (In Russian)
- Pavlyushin VA, Suhoruchenko GI, Fasulati SR, Vil'kova NA (2009) Colorado potato beetle: distribution, ecological plasticity, harmfulness, control methods. *Plant protection and quarantine* (3) Supplement. 69(1)–100(32) (In Russian)
- Popova EN, Popov IO (2016) Forecast of changes in the climatic range of the Colorado potato beetle in Russia and neighboring countries under various scenarios of anthropogenic impact on climate. *RAS News. Geographical series* 1:67–73 (In Russian)
- Rogozina EV, Khavkin EE (2017) Interspecific potato hybrids as donors of durable resistance to pathogens. *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding* 21(1):30–41. <https://doi.org/10.18699/VJ17.221> (In Russian)
- Shapiro ID (1985) Immunity of field crops to insects and mites. L.: Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences 321 p (In Russian)
- Shapiro ID, Vil'kova NA (1986) The Importance of Plant Immunity to Pests in Intensifying Plant Growing. *Proceedings of the All-Union Research Institute for Plant Protection* 24–32 (In Russian)
- Shapiro ID, Vil'kova NA, Fasulati SR (1993) Methodical recommendations for studying and evaluating potato forms for resistance to the Colorado potato beetle. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences. 47 p (In Russian)
- Vol'vach VV (1987) Modeling the influence of agrometeorological conditions on the development of the Colorado potato beetle. Leningrad. Gidrometeoizdat 240 p (In Russian)
- Zoteeva NM, Hzhhanovskaya M, Evstratova LP, Fasulati SR, Yusupov TM (2004) Resistance of wild potato species to diseases and pests. Catalogue of the world collection of VIR. St. Petersburg. VIR. (761). 88 p (In Russian)

Plant Protection News, 2024, 107(2), p. 83–92

OECD+WoS: 4.01+AM (Agronomy)

<https://doi.org/10.31993/2308-6459-2024-107-2-16435>

Full-text article

POLYMORPHISM IN WILD SOUTH AMERICAN POTATO *SOLANUM CHACOENSE*
FOR RESISTANCE TO COLORADO POTATO BEETLE *LEPTINOTARSA DECEMLINEATA*

T.V. Kirpicheva, N.A. Chalaya, E.V. Rogozina*

Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St-Petersburg, Russia

*corresponding author, e-mail: erogozina@vir.nw.ru

The Colorado potato beetle (CPB) – *Leptonotarsa decemlineata* is a dangerous potato pest in Russia. The creation of resistant varieties represents the most reliable method for protecting potatoes from this phytophage. A reliable phenotypic assessment of accessions stored in gene banks as seed collections is necessary before using wild potatoes as sources of resistance traits. Plants of nine accessions of *S. chacoense* (55 genotypes) from collection of the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) were grown for three years on the experimental plot of VIR branch (Tambov region), where the environment is favorable for CPB. Annually seven parameters were recorded: the number of overwintered beetles per plant, the population of egg per plant, the number of older larvae per plant, the proportion of plants with more than 20 older larvae, the score of haulm damage, the proportion of plants with a high damage score and the number of second generation beetles. The origin of *S. chacoense* plants belonging to different accessions (“families”) in the VIR collection reliably affects their infestation and damaging by CPB. The influence of the “family” factor is 12–46% depending on the assessed parameter. *Solanum chacoense* plants k-21854 are highly resistant and those of k-7394 are vulnerable to CPB. Plants in accessions k-2732, 2861, 3060, 19769, and 21848 were infested by the pest at different levels and varied in their individual damage parameters. *Solanum chacoense* genotypes k-19769 (542-3) and k-21854 (546-3) showed a high resistance to CPB during all three years of study.

Keywords: biodiversity, wild relatives, heterogeneous population, breeding, source material, phytophagous pest

Submitted: 24.03.2024

Accepted: 25.07.2024