

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ РЕЗИСТЕНТНОСТИ К ИНСЕКТИЦИДАМ В СИБИРСКИХ ПОПУЛЯЦИЯХ КОЛОРАДСКОГО ЖУКА В СВЯЗИ С ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ЭКСПАНСИЕЙ ВРЕДИТЕЛЯ

Г.В. Беньковская<sup>1\*</sup>, И.М. Дубовский<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Институт биохимии и генетики УФИЦ РАН, Уфа

<sup>2</sup>Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск

<sup>3</sup>Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, р.п. Краснообск, Новосибирская область

\* ответственный за переписку, e-mail: [bengal2@yandex.ru](mailto:bengal2@yandex.ru)

Полученные при токсикологическом анализе данные о чувствительности имаго колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) на территории Новосибирской области свидетельствуют о наличии множественной резистентности к препаратам из классов фосфорорганических соединений (ФОС), неоникотиноидов и нерестиоксинов. Особенностью новосибирской популяции является высокая чувствительность к пиретроидам и фенилпиразолам. Эти данные, а также высокий уровень фенотипического сходства имаго из выборок Новосибирской области и Казахстана позволяют выдвинуть предположение о том, что популяционный комплекс колорадского жука на территории Казахстана сформировался из части “волны расселения”, не успевшей попасть под широкомасштабное применение пиретроидов, осуществлявшееся в зоне средней полосы России в 80-е годы XX века. Вероятно, дальнейшее распространение этой части популяции вида на север привело к формированию новых зон натурализации вида на территории Сибири.

**Ключевые слова:** колорадский жук, токсикологический анализ, резистентность, популяционный комплекс

Поступила в редакцию: 10.12.2019

Принята к печати: 10.02.2020

### Введение

История расселения колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) на территории вторичного ареала – Евразии до сих пор не завершена, и пути расселения вида не всегда однозначно определены. Прогнозы экспансии, сделанные в 70-х годах XX века (Ушатинская, 1981), как теперь очевидно, не учитывали весь адаптивный потенциал фитофага, и предполагаемые границы его распространения давно не соответствуют истинному положению. Постоянный рост резистентности колорадского жука к химическим инсектицидам на европейской части ареала – основная причина необходимости

в более тщательном мониторинге распространения резистентности в популяциях на вновь занимаемых площадях.

К сожалению, токсикологический анализ чувствительности вида к набору инсектицидов из разных классов на территории Сибири не проводился, и мы ориентировались на опубликованные данные по биологической эффективности нескольких пиретроидов (Слобожанина, 2007), неоникотиноида (Танрек), аверсектина (Фитоверм) и бактериального препарата БТБ (Чуликова, 2014), судя по которым чувствительность к пиретроидам в популяциях Сибири выше, чем чувствительность к остальным препаратам.

### Материалы и методы

Имаго колорадского жука летней генерации были собраны в период с середины июля до середины августа 2013 и 2016 годов на территории Новосибирской области (Карасукский район) и на территории Республики Башкортостан (Бирский район) на картофельных посадках в частных хозяйствах и на плантации Бирского опытного хозяйства Башкирского НИИ сельского хозяйства. До обработок (3–5 сут) имаго содержали в лабораторных условиях на свежем корме при естественном освещении и температуре + 23–26 °С.

Оценку чувствительности к инсектицидам проводили топикальным методом, нанося 1 мкл спиртового раствора инсектицида микрошприцом МШ-1 на выемку переднегруди с вентральной стороны. Для расчетов СК 50 (концентрации, смертельной для 50% обработанных особей) применяли для каждого инсектицида серию из 5 последовательных концентраций, каждый вариант в 3х повторностях по 20 особей. Для обработки использовали хроматографические стандарты действующих веществ инсектицидов производства Sigma-Aldrich (USA) из классов

ФОС (пиримифос-метил), пиретроидов (дельтаметрин), неоникотиноидов (тиаметоксам), фенилпиразолов (фипронил) и нерестиоксинов (бенсултап). По результатам определения СК 50 рассчитывали индекс токсичности – ИТ как показатель резистентности (Сухорученко и др., 2006). Для определения доли устойчивых особей в выборке из 100 имаго для топикальной обработки использовали диагностическую концентрацию каждого инсектицида (Сухорученко и др., 2006).

Оценку фенетического полиморфизма в выборках имаго проводили, выделяя три основных морфотипа – ахромисты, промежуточный тип и меланисты, и оценивая их доли в структуре выборок (Беньковская, 2009). Объем выборок имаго из популяции южного Урала составил 400 особей, с территории Сибири – 300 особей, и с территории Казахстана – 200 особей. Статистическую обработку данных токсикологического анализа проводили методом пробит-анализа в модификации Миллера-Тейнтера (Сухорученко и др., 2006).

### Результаты и обсуждение

Нами в 2013 и 2016 годах предпринят сравнительный токсикологический анализ чувствительности к набору инсектицидов из 5 классов у молодых имаго колорадского жука летней генерации на территории Республики Башкортостан и Новосибирской области (табл. 1).

Данные анализа демонстрируют очень высокий уровень устойчивости в популяции Новосибирской области к ФОС, с показателем ИТ более 21, т.е. в 7 раз выше, чем в популяциях Южного Урала. Обращает на себя внимание понижение чувствительности к тиаметоксам и

бенсултапу, также значительно отличающееся для новосибирской популяции.

В популяции Новосибирской области, так же как и в популяции Республики Башкортостан (РБ), на фоне высокой устойчивости к ФОС высока доля особей, устойчивых к диагностическим концентрациям тиаметоксама и бенсултапа (рис. 1) при высоких индексах ИТ (больше 2 и 1.5 соответственно). Удивительно то, что на этом фоне в сибирской популяции вида сохраняется очень высокая чувствительность к пиретроидам, а также к фипронилю.

Таблица 1. Сравнительная чувствительность к инсектицидам из разных химических классов колорадского жука южно-уральской и сибирской популяций. Приведены значения СК 50 (доверительный интервал 95 %) для топикальной обработки

Инсектицид, действующее вещество	СК50 инсектицида для имаго летней генерации, % д. в.			
	южно-уральская популяция		сибирская популяция	
	2013	2016	2013	2016
Пиримифос-метил	0.171 (0.159–0.183)	0.7703 (0.7193–0.8213)	3.042 (2.630–3.454)	2.914 (2.187–3.641)
Дельтаметрин	0.0443 (0.0082–0.8054)	0.0218 (0.0143–0.0293)	0.00025 (0.000054–0.00019)	0.00047 (0.000389–0.000559)
Тиаметоксам	0.00103 (0.0003–0.00073)	0.0024 (0.0016–0.0032)	0.00475 (0.0032–0.0063)	0.0025 (0.00227–0.00274)
Фипронил	0.000098 (0.00009–0.00011)	0.000306 (0.000296–0.000316)	0.000133 (0.00012–0.00015)	0.00009 (0.000079–0.000101)
Бенсултап	0.02056 (0.0191–0.0221)	0.059 (0.0574–0.0606)	0.9068 (0.8251–0.9885)	1.833 (1.131–2.535)

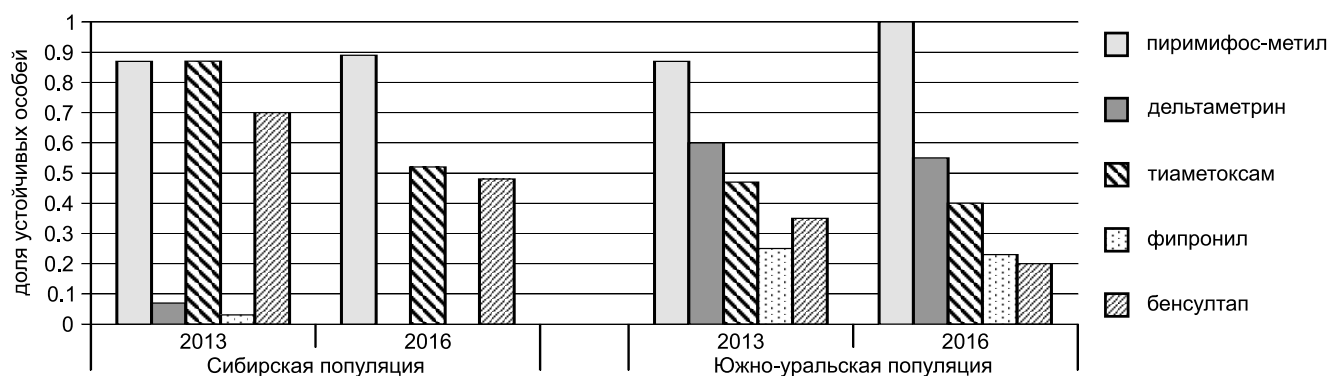


Рисунок 1. Частота встречаемости устойчивых к инсектицидам имаго в сибирской и южно-уральской популяциях колорадского жука

Ранее было показано, что соотношение морфотипов имаго, выделенных по степени меланизации рисунка покровов, может служить индикатором процессов формирования резистентности в популяциях колорадского жука (Беньковская, 2009; Китаев и др., 2016). Проведенный нами фенетический анализ выборок имаго из популяций РБ и Сибири показал, что доля особей с морфотипом ахромистов (А) почти в 2 раза выше в популяциях РБ (0.367 по сравнению с 0.199), а в сибирской популяции преобладают особи промежуточного типа (П) (0.476) и меланисты (М, 0.333), тогда как для южно-уральской популяции их доли составили соответственно 0.367 и 0.267.

К сожалению, у нас не было возможности проведения токсикологического анализа для выборки имаго из Казахстана (2013 г.), но проведенный фенетический анализ показал, что соотношение морфотипов А:П:М, равное

0.222:0.459:0.322 демонстрирует очень высокий уровень сходства морфотипической структуры с сибирской популяцией: рассчитанный индекс корреляции Пирсона равен 0.993 при значимости  $p \leq 0.001$ .

Эти результаты наряду с результатами токсикологического анализа чувствительности к инсектицидам выборок из РБ и Новосибирской области позволяют выдвинуть предположение о том, что популяционный комплекс колорадского жука на территории Казахстана сформировался из части «волны расселения», не успевшей попасть под широкомасштабное применение пиретроидов, осуществлявшееся в зоне средней полосы России в 80-е годы. Вероятно, дальнейшее распространение этой части популяции вида на север привело к формированию новых зон натурализации вида на территории Сибири.

Авторы благодарят д.б.н. В.Ю. Крюкова (ИСиЭЖ СО РАН, Новосибирск) за активную помощь в сборе биоматериала и обсуждении результатов.

Исследования частично поддержаны грантами РФФИ №17-44-020347-р\_а и №18-416-540008 р\_а.

**Библиографический список (References)**

- Беньковская ГВ (2009) Эколого-физиологические характеристики и полиморфизм имаго колорадского жука на территории Башкортостана *Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия Естественные науки*. 3 (58): 59–67.
- Китаев КА, Марданшин ИС, Сурина ЕВ, Леонтьева ТЛ и др (2016) Моделирование генетических процессов формирования резистентности к фипронилю в популяциях колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 20(1): 78–86. <http://doi.org/10.18699/VJ16.112>
- Слобожанина ЕА (2007) Особенности развития колорадского жука в Зауралье за последние 5 лет *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*. 3:23–26
- Сухорученко ГИ, Долженко ВИ, Гончаров НР, Васильева ТИ и др (2006) Технология и методы оценки побочных эффектов от пестицидов. СПб.: ВИЗР. 52 с.
- Ушатинская РС (ответств. ред.) (1981) Колорадский картофельный жук. М.: Наука. 377 с.
- Чуликова НС (2014) Экономическая эффективность использования инсектицидов против колорадского жука на разных сортах картофеля *Вестник НГАУ*. 4(33): 65–69.

**Translation of Russian References**

- Benkovskaya GV (2009) [Ecological and physiological features and polymorphism of colorado potato beetle adults in Bashkortostan] *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya estestvennye nauki*. 3 (58): 59–67. (In Russian)
- Kitaev KA, Mardanshin IS, Surina EV, Leontieva TL et al (2016) [Modeling of genetic processes underlying the development of resistance to fipronil in the Colorado potato beetle] (*Leptinotarsa decemlineata* Say) *Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 20(1):78–86. <http://doi.org/10.18699/VJ16.112> (In Russian)
- Slobozhanina EA (2007) [Development particularities of Colorado beetle in the Trans-Ural region over the last five years] *Sibirskii vestnik selskohozyaistvennoi nauki*. 3:23–26. (In Russian)
- Sukhoruchenko GI, Dolzhenko VI, Goncharov NR, Vasyliieva TI et al (2006) *Tekhnologiya i metody otsenki pobochnykh effektov ot pesticidov*. [Technology and methods of estimation of pesticide side effects]. St. Petersburg: VIZR: 52 pp. (In Russian)
- Ushatinskaya RS (Ed.-in-chief) (1981) *Koloradskiy kartofelnyy zhuk* [Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* Say.]. Moscow: Nauka. 377 pp. (In Russian)
- Chulikova NS (2014) [Economic efficiency of insecticide application against Colorado beetle to different potato cultivars. *Bulletin of NSAU* [Novosibirsk State Agrarian University Bulletin].(4):65–69. (In Russian)

Plant Protection News, 2020, 103(1), p. 37–39

OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology)

<http://doi.org/10.31993/2308-6459-2020-103-1-37-39>

**Short communication**

## SPREADING OF COLORADO POTATO BEETLE RESISTANCE TO CHEMICAL INSECTICIDES IN SIBERIA AND HISTORY OF ITS SETTLING IN THE SECONDARY AREA

G.V. Benkovskaya<sup>1\*</sup>, I.M. Dubovskiy<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>*Institute of biochemistry and genetics, Ufa federal scientific centre of RAS, Ufa, Russia*

<sup>2</sup>*Novosibirsk state agricultural university, Novosibirsk, Russia*

<sup>3</sup>*Siberian federal scientific centre of agrobiotechnologies of RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia*

\*corresponding author, e-mail: bengal2@yandex.ru

Data obtained from toxicological analysis of sensitivity to insecticides in Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae) in Novosibirsk region evidenced presence of multiresistance to organophosphorus compounds (OPC), neonicotinoids and nereistoxins. High level of sensibility to pyrethroids and phenylpyrazoles is a peculiarity of Novosibirsk population of Colorado beetle. These data as well as high phenotypical similarity of adults from Novosibirsk region and Kazakhstan suggest that population complex of Colorado beetle in Kazakhstan had formed from part of the “settling wave” which did not fall under wide-scale pyrethroids application in the middle zone of Russia in 1980<sup>th</sup>. Probably, further spreading of this part of Kazakhstan population northwards led to formation of new zones of species naturalization in Siberia.

**Keywords:** Colorado beetle, toxicological analysis, resistance, population complex

Received: 10.12.2019

Accepted: 10.02.2020