

УДК 591.185.3

АТТРАКТИВНОСТЬ КЛУБНЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ЛИЧИНОК ЩЕЛКУНА ПОЛОСАТОГО *AGRIOTES LINEATUS* L. (COLEOPTERA, ELATERIDAE)

© 2019 г. С. Р. Фасулати¹, О. В. Иванова¹, М. И. Жуковская^{2,*}¹ Всероссийский институт защиты растений Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия² Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

*e-mail: mzhukovskaya@yahoo.com

Поступила в редакцию 03.05.2018 г.

После доработки 17.12.2018 г.

Принята к публикации 20.02.2019 г.

DOI: 10.1134/S0044452919030057

Картофель, интродуцированный в Россию в конце XVII века и выращиваемый на значительных площадях, к настоящему времени стал кормовым растением для некоторых многоядных насекомых, ранее связанных с местной флорой. В их числе ряд видов жуков семейства щелкунов (Elateridae), личинки которых (так называемые проволочники), питаясь подземными органами растений, наносят ощутимый вред клубням картофеля. У наиболее массовых в Северо-Западном регионе и всей Нечерноземной зоне России 8 видов щелкунов личинки предпочитают клубни картофеля другим сельскохозяйственным культурам [1], и их вредность в последние годы возрастает. Повреждения клубней проволочниками значительно ухудшают их потребительские качества и способствуют проникновению в клубни из почвы бактериальной и грибной фитопатогенной инфекции, что особенно нежелательно при выращивании семенного картофеля [1, 2].

Поиск и распознавание пищи проволочниками в почве включает дистантную запаховую ориентацию в сторону источников корма на расстоянии до 90 см и затем контактную вкусовую рецепцию пу-

тем пробных погрызов [3, 4]. На посадках картофеля проволочники в неодинаковой степени повреждают клубни разных сортов при наличии выбора [5, 6], т.е. проявляют субгостальную пищевую специализацию. Это подтверждают результаты наших исследований, проводимых в последние годы на мелкоделяночных посадках 20–40 сортов картофеля в условиях опытного поля ВИЗР (Санкт-Петербург, г. Пушкин). Здесь на фоне высокой естественной численности личинок массового в Ленинградской области щелкуна посевного полосатого *Agriotes lineatus* L. (Coleoptera, Elateridae) выявлялись значительные различия сортов по совокупности показателей повреждения ими клубней, что позволяет выделять до 5 групп сортов по степени поврежденности [6]. Однако данные полевых опытов разных лет для одних и тех же сортов картофеля часто не совпадали. Это указывает на зависимость характера пищевого поведения проволочников от различных экологических факторов, требующих специальных исследований, в том числе лабораторного изучения аттрактивности для проволочников различных образцов корма при дистантной и контактной ориентации.

Таблица 1. Сравнительное предпочтение проволочниками клубней картофеля сорта Ломоносовский, пораженных фитофторозом (опыт) и контрольных. Выборка 42 личинки

| Вариант опыта и количество клубней | Обнаружено личинок на клубнях и в почве соответствующих секторов сосуда: | | Количество червоточин: | |
|------------------------------------|--|-------|------------------------|------------------------|
| | количество, экз. | % | всего на 3 клубнях | в среднем на 1 клубень |
| Опыт – пораженные клубни (3) | 29* | 69.1* | 16 (80.0%)* | 5.33* |
| Контроль – здоровые клубни (3) | 13 | 30.9 | 4 (20.0%) | 1.33 |

* – Опыт и контроль статистически различались: $\chi^2 = 5.36$; число степеней свободы = 1; $P = 0.0206$.

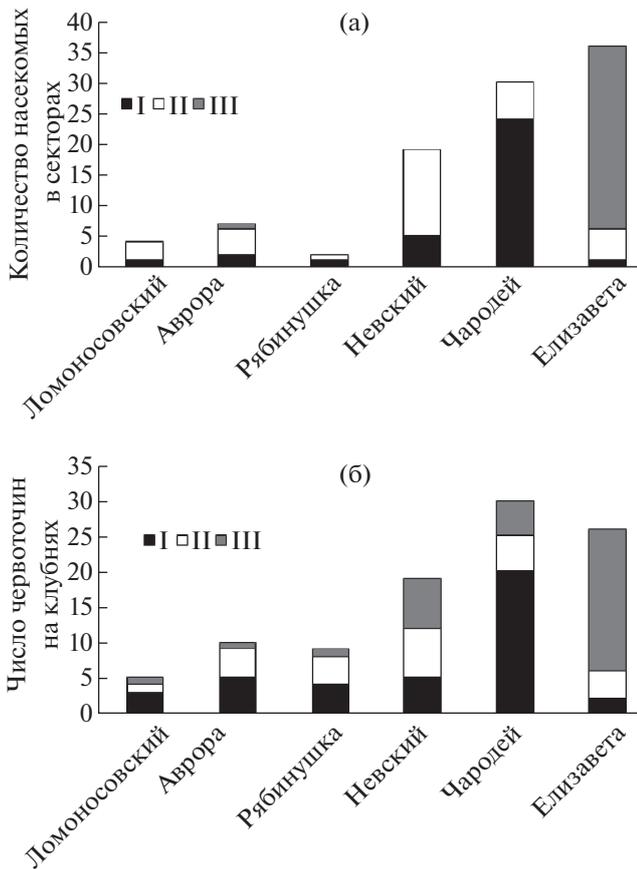


Рис. 1. Предпочтение проволочниками сортов картофеля. Римскими цифрами обозначены повторности. (а) Число насекомых, обнаруженных в секторах с каждым сортом. (б) Количество червоточин, обнаруженных на клубнях каждого сорта. По оси абсцисс — названия сортов картофеля.

На первом этапе таких исследований для лабораторного опыта были взяты 6 сортов картофеля, различных как по степени поврежденности клубней проволочниками по данным полевого опыта 2015 г. [6], так и по внешним признакам (форма, цвет кожуры), которые в значительной степени связаны с различием физиолого-биохимических свойств разных сортов. Опыт проводили распространенным методом лабораторного изучения пищевой избирательности насекомых-фитофагов применительно к почвообитающим насекомым с имитацией полевых условий [7]. Для этого в качестве аналогов чашек Коха брали стеклянные цилиндры диаметром 350 мм и высотой 100 мм; повторность 3-кратная. В каждом цилиндре размещали по окружности пробы 6 сортов картофеля по 3 уложенных вплотную небольших клубня (общей массой около 100 г) с равными промежутками между пробами. Использовали клубни репродукции 2017 г., выращенные из элиты на опытном поле ВИЗР. Цилиндры заполняли слоем торфогрунта марки “Садовая земля” почти до верхнего края и

делали углубление в центре. Туда подсаживали заранее собранных в поле взрослых одновозрастных (при длине тела 20–25 мм) личинок щелкуна *A. lineatus* в количестве по 35–40 штук на поверхность (цилиндр), после чего заравнивали углубление. Через 7 дней после закладки опыта в каждой повторности подсчитывали личинок, избравших клубни каждого сорта (обнаруженных на 3 клубнях и в прилегающем к ним торфогрунте в пределах соответствующего сектора сосуда), а также количество червоточин на клубнях. Полученные данные для каждого сорта картофеля усредняли по 3 повторностям и сравнивали по общепринятым критериям биометрии.

Результаты опыта показали неравномерное распределение личинок *A. lineatus* по секторам с клубнями разных сортов ($\chi^2 = 62.8$, $df = 5$, $p < 0.0001$, рис. 1а). Анализ повреждений клубней также подтвердил различия в предпочтении личинками разных сортов ($\chi^2 = 30.9$, $df = 5$, $p < 0.0001$, рис. 1б). Однако при значимости различий средних величин этих показателей отмечено их значительное варьирование по повторностям опыта, где наиболее предпочитаемыми сортами были либо Невский, либо Чародей, либо Елизавета; анализ таблицы сопряженности с помощью критерия χ^2 также показал достоверность различий ($\chi^2 = 95.7$, $df = 10$, $p < 0.0001$). В то же время по окончании эксперимента отмечена пораженность большинства избранных личинками клубней болезнями, в основном фитофторозом, что могло сказаться на полученных результатах.

Для оценки роли данной инфекции в аттрактивности клубней картофеля для личинок *A. lineatus* проведен специальный опыт на примере сорта Ломоносовский, клубни которого с поражением грибом фитофторой *Phytophthora infestans* de Vary были отобраны фитоиммунологами ВИЗР. В описанном выше сосуде размещали по окружности 6 его крупных клубней (массой по 120–130 г) с равными промежутками между ними, чередуя через один 3 пораженных клубня (опыт) и 3 непораженных клубня (контроль). В секторах с инфицированными клубнями обнаружилось значительно больше личинок ($\chi^2 = 5.4$, $df = 1$, $p < 0.05$, табл. 1); такие клубни при этом имели больше червоточин, чем здоровые ($\chi^2 = 6.1$, $df = 1$, $p < 0.05$; при подсчетах использовали поправку Йетса, табл.).

Полученные данные свидетельствуют, что на выбор личинками щелкуна *A. lineatus* клубней картофеля для питания влияют как их сортовые качества, так и иные факторы, включая присутствие в клубне фитопатогенных микроорганизмов и соответственно их метаболитов. Последние так или иначе изменяют летучие органические соединения, воспринимаемые личинками дистантно, и органолептические качества пораженного клубня (в частности, связанные с известным повышением

содержания сахаров при их патогенезе), воспринимаемые контактно на вкус при погрызах. Представляется, что с преимущественным выбором личинками инфицированных клубней связана высокая вариабельность данных по аттрактивности для них различных сортов картофеля, поскольку пораженные грибной инфекцией клубни без видимой патологии могли иметься в различной пропорции у разных сортов. Анализ взятых из инфицированных клубней возможных аттрактантов для проволочников в дальнейшем может быть использован для создания эффективных ловушек против этих вредителей.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена за счет средств госбюджета, программа АААА-А18-118013090245-6 “Сравнительное изучение механизмов функционирования сенсорных систем у человека и животных” и Программа ФНИ государственных академий – проект № 0665-2014-0010, раздел 5 “Защита и биотехнология растений”.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей в качестве объектов изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система интегрированной защиты репродукционного семенного картофеля от комплекса вредных организмов в Северо-Западном регионе Российской Федерации. Колл. авторов. – СПб: ВИЗР. 2016 [Sistema integrirovannoy zashchity reproduktsionnogo semennogo kartofelya ot kompleksa vrednykh organizmov v Severo-Zapadnom regione Rossiyskoy Federatsii [The system of the integrated protection of reproductive seed potatoes against a complex of harmful organisms in the Northwest region of the Russian Federation]. Koll. avtorov. – SPb: VIZR. 2016].
2. Keiser A., Häberli M. and Stamp P. Drycore appears to result from an interaction between *Rhizoctonia solani* and wireworm (*Agriotes* spp.) – evidence from a 3-year field survey. *Potato research*. 55 (1): 59–67. 2012.
3. Черепанов А.И. Жуки-шелкуны Западной Сибири. Новосибирск. АН СССР Западно-Сибирский филиал. 1957. [Cherepanov A.I. Zhuki-shchelkuny Zapadnoy Sibiri [The click beetles of the West Siberia]. Novosibirsk. AN SSSR Zapadno-Sibirskiy filial. 1957].
4. Barsics F., Haubruge É., Francis F. and Verheggen F.J. The role of olfaction in wireworms: a review on their foraging behavior and sensory apparatus. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 18 (4): 524–535. 2014.
5. Kwon M., Hahm Y.I., Shin K.Y. and Ahn Y.J. Evaluation of various potato cultivars for resistance to wireworms (Coleoptera: Elateridae). *Am. J. Potato Res.* 76 (5): 317–319. 1999.
6. Иванова О.В., Фасулати С.Р. Многолетние вредители пасленовых культур и устойчивость сортов картофеля к проволочникам. Защита картофеля. 1: 29–34. 2016. [Ivanova O.V., Fasulati S.R. Mnogoyadnyye vrediteli paslenovykh kultur i ustoychivost sortov kartofelya k provolochnikam [Polyphagous pests of Solanaceae plants and resistance of potato cultivars to wireworms]. *Zashchita kartofelya*. 1: 29–34. 2016. (In Russ).].
7. Кожанчиков И.В. Методы исследования экологии насекомых. М.: “Высшая школа”. 1961. [Kozhanchikov I.V. Metody issledovaniya ekologii nasekomykh [Methods of a research of ecology of insects]. М. “Vysshaya shkola”. 1961].

The Attractiveness of Tubers of Different Potato Varieties for the Larvae of the Click Beetle, *Agriotes lineatus* L. (Coleoptera, Elateridae)

S. R. Fasulati^a, O. V. Ivanova^a, and M. I. Zhukovskaya^{b,#}

^a All-Russian Institute for Plant Protection, St. Petersburg—Pushkin, Russia

^b Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

[#]e-mail: mzhukovskaya@yahoo.com