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

ВЕСТНИК ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

PLANT PROTECTION NEWS

2026 ТОМ VOLUME 109 ВЫПУСК ISSUE 2



Санкт-Петербург
St. Petersburg, Russia

OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology); 1.06+QU (Plant Sciences) https://doi.org/10.31993/2308-6459-2026-109-2-18048

Краткое сообщение

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РОССИЙСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ *RHOPALOSIPHUM PADI* (HEMIPTERA, APHIDIDAE) ПО ВИРУЛЕНТНОСТИ К СОРТАМ ПШЕНИЦЫ

Е.Е. Радченко*, Р.А. Абдуллаев

Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург

**ответственный за переписку, e-mail: eugene_radchenko@rambler.ru*

Анализировали специфичность отношений черемухово-злаковой тли *Rhopalosiphum padi* с генотипами пшеницы. Оценивали показатели антибиоза (продолжительность преимагинального развития тлей и плодовитость самок за 5 дней репродукции) устойчивого (Дельфи 400) и восприимчивого (Ленинградская 97) сортов. В экспериментах использовали клоны, выделенные из северо-западной, нижегородской, краснодарской и дагестанской популяций насекомого. В 2020 г. Дельфи 400 обладал отчетливым антибиозом к клонам из северо-западной популяции, в 2022 г. – ко всем клонам, выделенным из четырех популяций тли. В 2021 г. устойчивость была выявлена против двух краснодарских клонов и одного клона из северо-западной популяции, 10 клонов равно успешно размножались на двух сортах, а один из дагестанских клонов развивался быстрее и был более плодовит на Дельфи 400, то есть наблюдали дифференциальное взаимодействие насекомого с растением-хозяином. После длительного размножения *Rh. padi* в лаборатории на Дельфи 400 выявили изменение экспрессии антибиоза, предполагающее мутацию или длительную модификацию у тли, подавляющую действие генов устойчивости пшеницы.

Ключевые слова: черемухово-злаковая тля, клон, *Triticum aestivum*, устойчивость растений

Поступила в редакцию: 27.04.2026 *Принята к печати: 06.07.2026*

Введение

Адаптация к кормовым растениям – важнейший фактор, определяющий микроэволюционные процессы в популяциях тлей. Генетическое разнообразие популяций насекомых обеспечивается за счет генных и хромосомных мутаций, рекомбинации и интрогрессии генов иммигрантов, а гетерогенность популяций предоставляет материал для естественного отбора. Дифференциально взаимодействующие с генотипами растения-хозяина внутривидовые формы тлей (биотипы) различаются по вирулентности, то есть по способности преодолевать устойчивость хозяина.

Литературные данные о специфическом взаимодействии насекомых с растениями-хозяевами довольно многочисленны, прежде всего, для тлей, обусловливающих некротизацию растительных тканей – обыкновенной злаковой *Schizaphis graminum* Rond. и ячменной (русской пшеничной) *Diuraphis noxia* (Kurdjumov) (Weiland et al., 2008; Armstrong et al., 2016; Radchenko et al., 2023). Специфичность отношений *Rhopalosiphum padi* L. с растениями-хозяевами практически не изучена. Черемухово-злаковая тля не вызывает токсическую реакцию у хозяина и, следовательно, устойчивость можно тестировать лишь по проявлению типов устойчивости растений: антиксеноза (отвергание растения при возможности выбора) и антибиоза (неблагоприятное воздействие на жизнеспособность насекомого при питании).

Ранее мы выявили сорт пшеницы мягкой яровой Дельфи 400 (к-54046, Казахстан), который устойчив к клонам насекомого, выделенным из различных популяций. Антиксеноз и антибиоз этого сорта к *Rh. padi* контролируют 2 доминантных комплементарных гена (Radchenko et al., 2007). Было показано дифференциальное взаимодействие пшеницы и *Rh. padi*: Дельфи 400 обладал высокой антибиотической устойчивостью к клонам, выделенным из узбекской (г. Галляарал) и северо-западной (Санкт-Петербург) популяций тли, однако характеризовался неустойчивостью к большинству клонов *Rh. padi* из дагестанской (г. Дербент) популяции вредителя (Радченко, 1993).

Цель настоящей работы – изучить устойчивость сорта Дельфи 400 к клонам черемухово-злаковой тли, выделенным из российских популяций насекомого, а также оценить возможность отбора *Rh. padi* по вирулентности под влиянием генотипов растений при длительном размножении на них насекомых.

Материалы и методы

В августе 2020 г. черемухово-злаковую тлю для лабораторных опытов собирали на посевах пшеницы научно-производственной базы «Пушкинские и Павловские лаборатории ВИР» (ППЛ ВИР, С.-Петербург, Пушкин). В июне 2021 и 2022 гг. *Rh. padi* была собрана в ППЛ ВИР, окрестностях Нижнего Новгорода и в Гулькевичском районе Краснодарского края (Кубанская опытная станция – КОС

© Радченко Е.Е., Абдуллаев Р.А. Статья открытого доступа, публикуемая Всероссийским институтом защиты растений (Санкт-Петербург) и распространяемая на условиях Creative Commons Attribution License 4.0 (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

ВИР) на пшенице, а в пригороде г. Дербент (Дагестанская опытная станция ВИР – ДОС ВИР) – на ячмене.

Для получения клонов насекомого в световом зале отдела генетики ВИР семена сорта пшеницы мягкой яровой Ленинградская 97 раскладывали на влажную вату, помещенную в половинки чашек Петри, затем на появившиеся всходы в каждой чашке подсаживали одну партеногенетическую самку и накрывали стеклянными изоляторами, верхнюю часть которых затягивали мельничным газом. После начала отрождения личинок садки с полученными клонами помещали на светоустановки, оборудованные люминесцентными лампами.

В 2020 г. оценили плодовитость шести клонов насекомого за 5 дней репродукции на сорте Дельфи 400 в сравнении с рекомендуемым к выращиванию на северо-западе РФ сортом Ленинградская 97. В двух вариантах опыта на смоченную водой вату, помещенную в половинки чашек Петри, раскладывали по одному проросшему здоровому зерну оцениваемого образца. Примерно через 3–5 дней всходы заселяли двумя бескрылыми самками тли и изолировали стеклами от фонарей «летучая мышь», верхняя часть которых была затянута нетканым материалом. На следующий день имаго удаляли и оставляли одну личинку на растении. Для установления начала репродуктивного периода садки просматривали два раза в день, а затем определяли плодовитость индивидуально изолированной тли за период, равный минимальной продолжительности преимагинального развития личинок (5 дней). Садки размещали в световом зале, где поддерживалась температура воздуха 20–25 °С. В каждом варианте было 13–20 повторностей (Дельфи 400) и 17–20 – для сорта Ленинградская 97. Различие числа повторностей обусловлено смертностью изолированных на растениях самок.

В 2021 г. оценивали 2 показателя антибиоза (продолжительность преимагинального развития тлей и плодовитость самок за 5 дней репродукции) упомянутых выше сортов к 14 клонам, выделенным из четырех природных популяций. В 2022 г. определяли плодовитость самок десяти клонов из четырех популяций насекомого. В каждом варианте опыта было 20 повторностей.

С целью выявления возможного изменения степени устойчивости растений при длительном размножении на них насекомых проводили пассирование двух клонов тли, выделенных из северо-западной популяции в 2020 г., на устойчивом и восприимчивом сортах пшеницы. После длительного размножения фитофага (7 и 14 месяцев) на сортах Дельфи 400 и Ленинградская 97 оценивали диапазон совместимости полученных выборок *Rh. padi* с экспериментальными генотипами растений.

Результаты и обсуждение

В 2020 г. на зерновых культурах вредитель появился необычно поздно – в начале августа (обычное время миграции – после цветения черемухи, то есть в мае – начале июня), численность его была очень низка. Сорт Дельфи 400 обладал существенным антибиозом ко всем шести клонам тли, выделенным из северо-западной популяции: плодовитость самок на этом образце была на 40–50 % меньше, чем на сорте Ленинградская 97. Испытанные клоны различались и по жизнеспособности: плодовитость насекомых на устойчивом сорте варьировала от 6.54 до 13.68 личинок, на восприимчивом – от 9.24 до 23.35, однако дифференциальное взаимодействие генотипов растений и насекомого не выявлено.

В 2021 г. сорт Дельфи 400 обладал существенным антибиозом к двум клонам, выделенным из краснодарской популяции тли, плодовитость самок на этом образце была на 40–60 % меньше, чем на сорте Ленинградская 97 (табл. 1). В то же время отчетливо выраженная антибиотическая устойчивость Дельфи 400 проявлялась лишь против одного клона из северо-западной популяции (ППЛ ВИР-1); не выявлены различия двух сортов и по показателям антибиоза к четырем нижегородским клонам, а также к трем клонам, выделенным из дагестанской популяции тли. Сорт Ленинградская 97 обладал отчетливым антибиозом к клону ДОС ВИР-4: тля развивалась быстрее и была более плодовита на Дельфи 400.

В 2022 г. плодовитость самок всех десяти испытанных клонов тли на сорте Дельфи 400 была на 30–60 % меньше, чем на сорте Ленинградская 97. Клоны *Rh. padi* различались по жизнеспособности: плодовитость самок за 5 дней репродукции на восприимчивом сорте варьировала от 9.95 до 14.30, на устойчивом – от 5.75 до 8.85; специфическое взаимодействие кормового растения и насекомого не обнаружили.

Исследование антибиоза сортов пшеницы свидетельствует о возможном дифференциальном взаимодействии генотипов насекомого и растений, прежде всего, в пределах дагестанской популяции тли 2021 г. Для проверки этого предположения полученные данные обработали с помощью дисперсионного анализа. Анализировали двухфакторный комплекс: варьирование по генотипам фитофага (4 клона) и по генотипам растений (2 образца). Наиболее интересный результат дисперсионного анализа (табл. 2) – специфическое взаимодействие генотипов растений и насекомых. Дисперсия для взаимодействия значительно превышает случайную, $F_{факт.} > F_{0.5.}$ Результаты экспериментов показывают, что сорт Ленинградская 97 обладает геном (генами) устойчивости, экспрессия которого зависит от генотипа вредителя и была слабой в наших опытах с северо-западной и нижегородской популяциями тли.

Для выявления возможного изменения степени устойчивости растений при длительном размножении на них насекомых проводили пассирование двух клонов тли из северо-западной популяции на сорте Дельфи 400. После питания клона ППЛ ВИР-1-20 в течение семи месяцев на Дельфи 400 различия по плодовитости на двух образцах пшеницы нивелировались, однако через 14 месяцев плодовитость тли на Ленинградской 97 и Дельфи 400 вновь вернулась к исходному уровню (табл. 3). В то же время антибиоз у сорта Дельфи 400 после длительного питания на

Таблица 1. Показатели антибиоза сортов пшеницы к *Rhopalosiphum padi*

Table 1. Antibiosis indices of wheat varieties to *Rhopalosiphum padi*

Клон тли Aphid clone	Продолжительность преимагинального развития тли (дней) на сортах: Duration of aphid preimaginal development (days) on varieties:		Плодовитость тли (шт.) за 5 дней репродукции на сортах: Aphid fecundity (pcs.) for 5 days of reproduction on varieties:	
	Ленинградская 97 Leningradskaya 97	Дельфи 400 Delfi 400	Ленинградская 97 Leningradskaya 97	Дельфи 400 Delfi 400
ППЛ ВИР-1-21	6.0 а А*	6.25 а А	8.75 вг А	4.70 а Б
ППЛ ВИР-2-21	6.30 абв А	6.20 а А	6.60 бв А	5.70 абв А
ППЛ ВИР-3-21	7.0 де А	6.85 вг А	5.95 аб А	5.25 аб А
ППЛ ВИР-4-21	6.90 д А	6.75 бв А	4.20 а А	5.0 аб А
ДОС ВИР-1-21	6.70 гд А	6.85 вг А	7.65 бвг А	7.53 вгд А
ДОС ВИР-2-21	11.05 з А	8.15 е Б	8.35 вг А	7.90 гд А
ДОС ВИР-3-21	6.75 гд А	6.85 вг А	8.50 вг А	7.15 бвгд А
ДОС ВИР-4-21	12.05 и А	7.95 е Б	9.60 г А	12.74 ж Б
Нижний Новгород-1-21	6.55 вг А	6.55 абв А	13.60 д А	13.85 ж А
Нижний Новгород-2-21	6.55 вг А	6.45 аб А	12.0 д А	10.50 е А
Нижний Новгород-3-21	6.45 бвг А	6.40 а А	6.15 аб А	6.55 абвг А
Нижний Новгород-4-21	6.15 аб А	6.20 а А	6.60 бв А	6.65 абвг А
КОС ВИР-1-21	7.40 ж А	7.25 д А	13.45 д А	5.55 абв Б
КОС ВИР-2-21	7.30 еж А	7.15 гд А	13.95 д А	8.85 де Б

*Здесь и далее различия, обозначенные одинаковыми строчными буквами по вертикали и прописными – по горизонтали, несущественны по многоранговому критерию Дункана ($p \leq 0.05$).

*Here and further, the differences indicated by the same lowercase letters vertically and uppercase letters horizontally are insignificant according to Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$).

Таблица 2. Результаты дисперсионного анализа показателей антибиоза пшеницы к клонам *Rhopalosiphum padi*, выделенным из дагестанской популяции

Table 2. Results of variance analysis of the antibiosis indices of wheat to *Rhopalosiphum padi* clones isolated from the Dagestan population

Вариация Variation	Суммы квадратов Sums of squares	Степени свободы Degrees of freedom	Дисперсия Dispersion	$F_{факт.}$	$F_{0.5}$
Плодовитость тли за 5 дней репродукции / Aphid fecundity for 5 days of reproduction					
По клонам тли	337.22	3	112.41	9.91	2.66
По сортам	3.92	1	3.91	0.34	3.90
По взаимодействию клонов тли с сортами пшеницы	115.62	3	38.56	3.40	2.66
Остаточная	1723.95	152	11.34		
Общая	2180.74	159			
Продолжительность преимагинального развития тли / Duration of aphid preimaginal development					
По клонам тли	366.22	3	122.07	317.45	2.66
По сортам	113.91	1	113.91	296.21	3.90
По взаимодействию клонов тли с сортами пшеницы	138.62	3	46.21	120.16	2.66
Остаточная	58.45	152	0.385		
Общая	677.19	159			

нем второго клона *R. padi* не был выявлен. Следовательно, мы наблюдали изменение экспрессии антибиоза при возникновении мутации или длительной модификации у черемухово-злаковой тли, подавляющей действие генов устойчивости у пшеницы.

Таким образом, мы наблюдали существенную изменчивость *Rh. padi* по вирулентности к растению-хозяину как во времени, так и в пространстве. Изученные выборки клонов насекомого малы, однако они отражают доминирующие профили вирулентности в пределах данной популяции, причем эти профили могут разительно различаться по годам. Значение средообразующей роли растений в биоценозах показано нами и с помощью молекулярных маркеров. В 2021–2022 гг. в 14 выборках из трёх популяций *Rh. padi* (ППЛ ВИР, КОС ВИР, ДОС ВИР) изучали полиморфизм фрагмента гена *ND4*, кодирующего

Таблица 3. Показатели антибиоза сортов пшеницы к *Rhopalosiphum padi* после длительного размножения двух клонов тли на экспериментальных сортах пшеницы

Table 3. Antibiosis indices of wheat varieties to *Rhopalosiphum padi* after prolonged reproduction of two aphid clones on experimental wheat varieties

Сорт, сформировавший выборку The variety that formed the sample	Продолжительность преимагинального развития тли (дней) на сортах: Duration of aphid preimaginal development (days) on varieties:		Плодовитость тли (шт.) за 5 дней репродукции на сортах: Aphid fecundity (pcs.) for 5 days of reproduction on varieties:	
	Ленинградская 97 Leningradskaya 97	Дельфи 400 Delfi 400	Ленинградская 97 Leningradskaya 97	Дельфи 400 Delfi 400
Клон тли ППЛ ВИР-1-20 / Aphid clone ППЛ ВИР-1-20				
Ленинградская 97 (09.2020)	-	-	9.24 б А	6.54 а Б
Дельфи 400 (04.2021)	7.40 а А	7.40 а А	12.15 д А	11.50 д А
Ленинградская 97 (11.2021)	8.25 бв А	8.20 б А	9.40 б А	5.35 а Б
Дельфи 400 (11.2021)	8.0 б А	8.30 б А	9.60 бв А	5.75 а Б
Клон тли ППЛ ВИР-3-20 / Aphid clone ППЛ ВИР-3-20				
Ленинградская 97 (09.2020)	-	-	18.35 е А	11.35 гд Б
Дельфи 400 (04.2021)	7.45 а А	7.50 а А	11.35 вгд А	11.10 вгд А
Ленинградская 97 (11.2021)	9.25 г А	9.15 в А	11.65 гд А	10.45 бвгд А
Дельфи 400 (11.2021)	8.55 в А	8.55 б А	7.75 а А	6.75 а А

субъединицу 4 фермента NADH-дегидрогеназы. Соотношение митохондриальных гаплотипов свидетельствовало о важной роли генотипа хозяина при формировании структуры популяций *Rh. padi*. Выявлены существенные различия между географически разобщенными популяциями, а также внутри популяций по годам, как для северокавказских, так и северо-западных выборок (Radchenko et al., 2024).

Специфичность взаимоотношений насекомого и растения-хозяина характерна, прежде всего, для дагестанской популяции *Rh. padi*. Сорт Ленинградская 97 обладает геном (генами) устойчивости, экспрессия которого зависит от генотипа вредителя и была слабой в опытах с северо-западной и нижегородской популяциями тли. В 2021 г. антибиоз Дельфи 400 к большинству клонов насекомого не был выявлен, что свидетельствует о преодолении вредителем генов устойчивости этого сорта. Кроме того, при длительном размножении тли на Дельфи 400 мы наблюдали изменение экспрессии антибиоза при возникновении мутации или длительной модификации у черемухово-злаковой тли, подавляющей действие генов устойчивости у пшеницы.

Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ по теме № FGEM-2022-0009 «Структурирование и раскрытие потенциала наследственной изменчивости мировой коллекции зерновых и крупяных культур ВИР для развития оптимизированного генбанка и рационального использования в селекции и растениеводстве».

Библиографический список (References)

Радченко ЕЕ (1993) Внутривидовая изменчивость обыкновенной черемуховой тли. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 147:49–53

Armstrong JS, Mornhinweg DW, Payton ME, Puterka GJ (2016) The discovery of resistant sources of spring barley, *Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*, and unique greenbug biotypes. *J Econ Entomol* 109(1):434–436. https://doi.org/10.1093/jee/tov320

Radchenko EE, Abdullaev RA, Akimova DE, Anisimova IN (2023) Genetic diversity of barley accessions from East Asia for greenbug resistance. *Plants* 12(22):3797. https://doi.org/10.3390/ plants12223797

Radchenko EE, Anisimova IN, Alpatieva NV (2024) Polymorphism of Russian populations of *Rhopalosiphum padi* L. based on DNA markers. *Russ J Genet* 60(8):1056–1062. https://doi.org/10.1134/S1022795424700522

Radchenko EE, Berim MN, Zubov AA (2007) Genetic control of different types of the aphid resistance in cereal crops. *Entomol Rev* 87(3):253–262. https://doi.org/10.1134/S0013873807030025

Weiland AA, Peairs FB, Randolph TL, Rudolph JB et al (2008) Biotypic diversity in Colorado Russian wheat aphid (Hemiptera: Aphididae) populations. *J Econ Entomol* 101(2):569–574. https://doi.org/10.1093/jee/101.2.569

Translation of Russian References

Radchenko EE (1993) [Intraspecific variability of the bird cherry-oat aphid] *Proc Appl Bot Genet Breed* 147:49–53 (In Russian)

Plant Protection News, 2026, 109(2), p. 204–208
OECD+WoS: 1.06+IY (Entomology); 1.06+QU (Plant Sciences) https://doi.org/10.31993/2308-6459-2026-109-2-18048

Short communication

VARIABILITY OF *RHOPALOSIPHUM PADI* (HEMIPTERA, APHIDIDAE) RUSSIAN POPULATIONS IN VIRULENCE TO WHEAT VARIETIES

E.E. Radchenko*, R.A. Abdullaev

N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

**corresponding author, e-mail: eugene_radchenko@rambler.ru*

The bird cherry-oat aphid *Rhopalosiphum padi* interactions with wheat genotypes were analyzed. Antibiosis parameters (duration of aphid preimaginal development and female fecundity) were assessed for resistant (Delfi 400) and susceptible (Leningradskaya 97) varieties. Insect clones isolated from the populations of northwestern Russia, Nizhny Novgorod, Krasnodar, and Dagestan, were exploited. In 2020, Delfi 400 exhibited distinct antibiosis against clones from the northwestern population, and in 2022, against all clones from the four aphid populations. In 2021, the resistance was detected against the two Krasnodar clones and one clone from the northwestern population. Ten clones reproduced equally on both varieties, while one of the Dagestan clones developed faster and was more fecund on Delfi 400, indicating a differential insect-plant interaction. After prolonged reproduction of *Rh. padi* on Delfi 400 in laboratory, antibiosis expression was changed suggesting a mutation or long-term modification in the aphid, which suppressed the effect of wheat resistance genes.

Keywords: bird cherry-oat aphid, clone, *Triticum aestivum*, plant resistance

Submitted: 27.04.2026 *Accepted: 06.07.2026*

© Radchenko E.E., Abdullaev R.A., published by All-Russian Institute of Plant Protection (St. Petersburg).
This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).