

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ЧЕРЕМУХОВО-ЗЛАКОВОЙ ТЛИ *RHOPALOSIPHUM PADI* (L.) ПРИ ПИТАНИИ НА ЗЛАКАХ

Е.С. Гандрабур, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории энтомологии, helenagandrabur@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9851-9799;

А.Б. Верещагина, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории энтомологии, aphidabver@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1342-5350;

Н.С. Клименко, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории энтомологии, ns-klimenko@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5432-6466;

Ф.К. Еремеев, инженер лаборатории энтомологии, 9649233@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5031-276X

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений» (ВИЗР), 196608 г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 3, e-mail: info@vizr.spb.ru

Черемухово-злаковая тля *Rhopalosiphum padi* (L.) – распространенный вредитель зерновых культур. Для контроля ее вредоносности требуется надежный метод оценки численности и расселения тлей в полевых условиях и при скрининге устойчивых образцов для питания фитофага в вегетационных. Особенности поведения бегства или выбора скрытых мест питания бескрылых особей в пределах растения, а также фактор окрыления потомства при питании на злаковых травах изучены недостаточно, хотя имеют важное значение для размножения и вредоносности тлей. Целью настоящей работы была оптимизация методических подходов к оценке численности *R. padi* в связи с особенностями ее топического распределения и окрыления. В результате полевых исследований и модельных опытов были выявлены особенности топического распределения *R. padi*, на которые не обращали внимания при учетах. Показано, что при питании на пшенице (с. Ленинградская 6) и злаковых травах 10 видов в период «кущение–начало стеблевания» тли могут находиться ниже поверхности почвы. Их максимальное количество составило 18,7 % на пшенице (поле) и 25,8 % на райграсе многоцветковом с. Tarquin (модельные опыты). Выявлено, что одной из причин таких миграций могут быть тактильные стимулы, в результате которых «скрытая» численность особей в модельных опытах (касание кисточкой) возрастила в среднем с 6,0 до 11,5 %. Эту особенность следует учитывать при оценке плотности популяции *R. padi*. В работе охарактеризован крыловый диморфизм тлей и роль обоих летних морфотипов в повреждении растений. Использование крылатых самок при скрининге пригодности растений для питания тлей вызывает трудности, связанные с их летной активностью. Выявлено, что воздействия на крылья матери имитируют «эффект скученности», повышают окрыление потомков путем пренатальной трансгенеративной передачи соответствующих сигналов, искают результаты оценки и не могут применяться.

Ключевые слова: топическая специализация, поле, почва, миграции, крыловой диморфизм, тактильные стимулы.

Для цитирования: Гандрабур Е.С., Верещагина А.Б., Клименко Н.С., Еремеев Ф.К. Особенности оценки развития черемухово-злаковой тли *Rhopalosiphum padi* (L.) при питании на злаках // Зерновое хозяйство России. 2025. Т. 17. № 6. С. 113–120. DOI: 10.31367/2079-8725-2025-101-6-113-120.



PECULIARITIES OF DEVELOPMENT OF THE BIRD CHERRY APHID *RHOPALOSIPHUM PADI* (L.) FEEDING ON CEREALS

E.S. Gandrabur, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory for entomology, helenagandrabur@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9851-9799;

A.B. Vereshchagina, Candidate of Biological Sciences, senior researcher of the laboratory for entomology, aphidabver@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1342-5350;

N.S. Klimenko, Candidate of Biological Sciences, researcher of the laboratory for entomology, ns-klimenko@mail.ru, ORCID: 0000-0002-5432-6466;

F.K. Eremeev, engineer of the laboratory for entomology, 9649233@gmail.com, ORCID: 0009-0009-5031-276X

FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Protection (VIZR), 196608, St. Petersburg, Pushkin, Pobelsky Av., 3, e-mail: info@vizr.spb.ru

Bird cherry aphid *Rhopalosiphum padi* (L.) is a common pest of grain crops. To control its harmfulness, there is a great necessity in a reliable method to estimate aphid abundance and spread in the field and to fulfil screening of resistant accessions for feeding in vegetation. The flight behavior patterns or selection of hidden sites by wingless insects within plants, as well as the wing emergence of offspring on cereal grasses, have been poorly studied, although they are important for aphid reproduction and harmfulness. The purpose of the current study was to optimize methodological approaches to estimating *R. padi* abundance due to its specific topical distribution and wing emergence. The field study and model trials have identified the features of *R. padi*'s topical distribution that had been overlooked. There has been shown that aphid can remain below the soil surface when feeding on wheat (the variety 'Leningradskaya 6') and 10 species of cereal grasses during the period of 'tillering-early stem formation'. Their maximum abundance was 18.7 % on wheat (field) and 25.8 % on multiflora ryegrass (Tarquin) (model trials). There has been found that one of the causes of such migrations may be tactile stimuli, as a result of which the "hidden" number of insects in model trials (touching with a brush) has increased on average from 6.0 to 11.5 %. This feature

should be taken into account when assessing *R. padi* population density. The current work has characterized the wing dimorphism of aphids and the role of both summer morphotypes in plant damage. The use of winged females to screen for plant suitability for aphid feeding poses challenges because of their flight activity. There has been found that female wing manipulations, which simulate the "crowding effect" and increase wing emergence of offspring through prenatal transgenerational transmission of relevant signals, distort the estimation results and cannot be used.

Keywords: topical specialization, field, soil, migration, wing dimorphism, tactile stimuli.

Введение. Черемухово-злаковая тля *Rhopalosiphum padi* (L.) относится к широко распространенным и вредоносным видам фитофагов. На северо-западе ареала *R. padi* зимует на черемухе обыкновенной *Prunus avium* Mill. в фазе яйца. Весной из яиц выходят основательницы, каждая из которых дает начало клонам, составляющим популяцию путем партеногенеза и живорождения до образования обоеполого поколения осенью. В потомстве основательниц появляются сначала бескрылые, а затем крылатые особи (эмигранты), мигрирующие главным образом на зерновые и частично – на кормовые культуры и дикорастущие злаки (Radchenko, E.E.; Abdullaev, R.A.; Anisimova, I.N., 2022; Soma N., Kikuta S., 2025; Ogawa, Miura, 2014). Летом потомки эмигрантов на травах рождают не только бескрылых, но и крылатых особей, которые расселяются в пределах ландшафтов и способны к переносу вирусов с больных растений на здоровые. После уборки зерновых культур тли перелетают на кукурузу и продолжают активно расселяться на культивируемые кормовые и дикорастущие травы, где размножаются до ремиграции на зимнего хозяина (Wiktelius, 1987). Развитие бескрылых и крылатых потомков (крыловый диморфизм) у одного и того же генотипа (клона) относится к явлению полифенизма и отражает высокую феногенетическую пластичность, свойственную тлям. Выраженность крылового полифенизма зависит от многих факторов окружающей среды, но к основным относят плотность поселения («эффект скученности»), качество хозяина и наличие энтомофагов (Ogawa, Miura, 2014). Быстро адаптироваться к внешним условиям и стремительно размножаться позволяет характерное для тлей пренатальное телескопическое наложение эмбрионов и способность передачи стимулов внешней среды от живородящей матери потомству (трансгенеративно) (Ogawa, Miura, 2014). В целом средообразующие и генетические факторы, регулирующие крыловой полифенизм у тлей, изучены еще недостаточно, хотя имеют не только фундаментальное, но и важное практическое значение в связи с миграциями этих насекомых между травами и переносом вирусных инфекций. В кругу летних хозяев *R. padi* выявлено 183 вида, большинство из которых относится к сем. Мятликовых (Poaceae) (Favret, 2025). Однако их предпочтение и особенности колонизации тлями изучены недостаточно. Как и у других флоэмопитающих видов тлей, топическая и онтогенетическая специализация *R. padi* ограничивается приуроченностью к зонам роста растений, где наиболее выражен приток ассимилятов (Голиванов и др., 2021). Распределение тлей на растени-

ях варьирует не только в зависимости от интенсивности транспорта питательных веществ по флоэме, онтогенеза и архитектуры кормовых растений, но и микроклимата, механических препятствий, наличия других видов тлей, численности колоний, погодных условий, энтомофагов (Wiktelius. 1987). Лишняя растения питательных веществ в зонах роста, тли способны угнетать рост растений и снизить урожай до 60 %, а в случае переноса вирусной инфекции потери еще больше (Шпанев, Берим, 2024). Происходящее глобальное потепление климата грозит повышением вредоносности тлей в связи с перестройками в агроландшафтах, расширением ареалов растений и насекомых, изменениями в жизненных циклах, динамике численности этих вредителей и переносимых ими вирусов. Вместе с этим, возрастает необходимость контроля состояния популяций тлей в агроценозах. Как правило, защита растений от повреждения тлями опирается на химические обработки и возделывание устойчивых сортов. Оба метода требуют предварительных учетов численности и расселения (интенсивности крылообразования) фитофага как в процессе возделывания культур, так и в вегетационных условиях при оценке устойчивости образцов.

В полевых условиях большинство методик, характеризующих развитие тлей, в том числе и *R. padi*, ориентированы на учеты насекомых, питающихся только на надземных частях растений (Simon et al., 2021; Gao et al., 2023), хотя в литературе имеются сведения о нахождении тлей ниже поверхности почвы (Wiktelius, 1987). Способность тлей к расселению оценивают при низкой численности вредителя по количеству заселенных растений. Изучение устойчивости растений в вегетационных условиях проводят в основном по характеристике скорости размножения только бескрылых особей *R. padi*. Вариабельность в объеме и составе потомства у бескрылых самок предполагает предусмотреть меры по сокращению факторов, влияющих на разброс этих параметров: клonalный состав, качество материнского хозяина, трансгенеративные ответы на пренатальную скученность и другие тактильные стимулы (Ogawa, Miura, 2014). При лабораторных исследованиях показатели окрыления потомства оценивались крайне редко, различия в демографических и поведенческих показателях у обоих летних морфотипов *R. padi* и других тлей не учитывались, хотя и доказаны (Gandrabur et al., 2023). Количественных исследований, касающихся их базовых потребностей, например, защиты от опасностей (поведение бегства), очень мало. Цель настоящей работы – оптимизация методических подходов к оценке численности

R. padi в связи с особенностями ее топического распределения и окрыления.

Материалы и методы исследований. Вегетационные опыты были проведены во Всероссийском НИИ защиты растений (ВИЗР),

полевые учеты – на территории Пушкинской опытной станции Всероссийского института генетических ресурсов растений (ВИР). В качестве кормовых растений *R. padi* использовали 10 видов злаков (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика экспериментальных образцов злаков
Table 1. Characteristics of experimental cereal samples

Вид растения	Сорт	№ по каталогу ВИР	Происхождение сорта	Место репродукции семян	Год репродукции семян
Овсяница луговая <i>Festuca pratensis</i> Huds	Сахаровская	37137	Тверская обл.	Павловская опытная станция	2020
Овсяница тростниковая <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	Кировская 50	44742	Кировская обл.	Павловская опытная станция	2020
Райграс многоцветковый <i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Tarquin	47144	Великобритания	Московская опытная станция	2016
	Alamo	54256	Дания	оригинал	2020
Райграс пастбищный <i>Lolium perenne</i> L.	Scherkock	54242	Германия	оригинал	2020
Пырей средний <i>Elytrigia intermedia</i> (Host) Nevski	Luna	37663	Канада	Адлерская опытная станция	2023
Пырей удлиненный <i>Elytrigia elongata</i> (Host) Nevski	Targo	45404	Йемен	Екатерининская опытная станция	2020
Ежа сборная <i>Dactylis glomerata</i> L.	Триада	48628	Ленинградская обл.	Павловская опытная станция	2020
Костер полевой <i>Bromus arvensis</i> L.	дикорастущий	47563	Польша	Китай	2012
Фестулолиум <i>Festulolium (Lolium perenne x Festuca arundinacea)</i>	Дебют	50621	Свердловская обл.	Павловская опытная станция	2022
	Червень	53267	Беларусь	Павловская опытная станция	2022
Пшеница яровая <i>Triticum aestivum</i> L.	Ленинградская 6	64900	Ленинградская обл.	Санкт-Петербург–Пушкин	2019

Семена были получены из мировой коллекции ВИР. Образцы оценивали в июне–июле 2024 года. В полевых условиях использовали пшеницу сорта Ленинградская 6. Посевы располагались на 30 делянках площадью 1 м² по 100 растений в каждой. Учеты были проведены на естественном фоне заселения, когда растения находились в начале фазы выхода в трубку (середина июня). Для этого с каждой делянки аккуратно выкапывали все растения и подсчитывали количество тлей, находившихся выше и ниже поверхности почвы на каждом растении. Влияние тактильных стимулов на миграцию тлей ниже поверхности почвы изучали в вегетационных условиях. При этом по 10 растений пшеницы сорта Ленинградская 6 выращивали в 20 керамических сосудах диаметром 18 см и содержали под навесом при естественной температуре и влажности воздуха. Когда растения находились в фазе кущения, в каждый из сосудов помещали по одной молодой бескрылой самке и накрывали изолятором из спанбонда. В десяти сосудах тлей ежедневно тревожили кисточкой (стимул для реакции бегства). Через 14 суток сначала подсчитывали и удаляли тлей на растениях выше уровня почвы. Затем сосуды помещали в ведро с водой, достигающей середины растений. Через два часа тли, находившиеся ниже почвы, перемещались в верхнюю часть растений, где их мож-

но было подсчитать. Количество тлей ниже уровня почвы выражали в процентах к общей сумме тлей (П14). Аналогично заселяли, беспокоили и подсчитывали тлей на злаковых травах.

Для оценки пригодности растений для разведения тлей мы использовали не только бескрылых, но и крылатых особей. Чтобы ускорить оседание крылатых самок, которые могут мигрировать внутри садков несколько дней и вызывать дополнительные наблюдения за их поведением до начала питания, мы использовали прием скручивания концов крыльев и сравнили влияние такого подхода на крыловой диморфизм потомства. В качестве кормовых растений применяли оптимального (пшеница сорта Ленинградская 6) и неоптимального хозяев (ежа сборная сорта Триада) в фазе кущения (табл. 1). Заселяли по 8 растений каждого образца. С этой целью были испытаны крылатые самки из четырех клонов, выделенных из колоний одиночных основательниц, изолированных на побегах черемухи в период выхода из яиц. В раздельные сосуды с растениями подсаживали по одной контрольной (целевые крылья) и одной опытной (скрученные крылья) самке и накрывали изоляторами. Сравнивали окрыление потомства через 14 дней начальной репродукции (П14) у особей с целыми и скрученными крыльями.

Температуру воздуха во время экспериментов измеряли с помощью термометра Thomas Scientific labForce®, также учитывали коли-

чество дней с осадками (табл. 2). Сильных ливневых дождей в период полевых исследований (июнь) не отмечалось.

Таблица 2. Погодные условия в период исследований
Table 2. Weather conditions during the study period

Месяц	Температура воздуха (t °C)				Осадки, дни
	средняя, день	средняя, ночь	min	max	
Июнь	22	15	11	28	10
Июль	24	18	16	32	10
Август	22	16	13	27	17

Анализ результатов исследований проводили при помощи программного обеспечения StatSoft® STATISTICA 12 с использованием корреляционного анализа и критерия Стьюдента (t-критерия).

Результаты и их обсуждение. В Ленинградской области *R. padi* предпочитает заселять яровые зерновые культуры. В начале июня, когда растения находятся в фазе всходов, на посевах появляются первые эмигранты с черемухи. Далее происходит быстрое увеличение численности тлей, и к концу фазы кущения – началу стеблевания могут появиться большие колонии (Шпанев, Берим, 2024). В этот период в онтогенезе пшеницы происходит образование стеблевого узла, интенсивный рост корней, закладка побегов и колосков, поэтому очень

важно не допустить повреждений растений и определить необходимость химической обработки. Для оценки заселения посевов тлями используют желтые водные ловушки, установленные на почве, и визуальные учеты численности тлей только на видимых частях растений (Шпанев, Берим, 2024; Simon et al., 2021). На желтые ловушки летят только крылатые особи, видовой состав которых оценить не очень просто, так как определятели в основном составлены по признакам бескрылых. Оценка заселенности только надземных частей растений не учитывает возможность размещения тлей ниже уровня почвы, хотя такое поведение вредителя известно (Wiktelius, 1987). Мы провели учеты численности вредителя как выше, так и ниже уровня почвы в узле кущения (табл. 3).

Таблица 3. Локализация *Rhopalosiphum padi* (L.) ниже поверхности почвы в поле при питании на яровой пшенице сорта Ленинградская 6 в фазы кущения – начала выхода в трубку
Table 3. Localization of *Rhopalosiphum padi* (L.) below the soil surface in the field when feeding on the spring wheat variety ‘Leningradskaya 6’ during the period ‘tillering – early booting phase’

№ п/п	Сумма тлей/10 растений	Количество тлей ниже поверхности почвы, %	№ п/п	Сумма тлей/10 растений	Количество тлей ниже поверхности почвы, %
1	99 ± 4,7	0	16	155 ± 19,4	2,6
2	94 ± 3,3	0	17	161 ± 20,0	0
3	121 ± 8,5	13,2	18	76 ± 11,2	0
4	35 ± 5,2	0	19	141 ± 18,3	0
5	26 ± 3,0	0	20	257 ± 35,4	4,3
6	107 ± 9,7	18,7	21	272 ± 27,3	3,3
7	121 ± 8,8	14,9	22	228 ± 21,9	0
8	226 ± 33,6	12,8	23	69 ± 7,2	0
9	34 ± 9,2	11,8	24	28 ± 4,2	0
10	132 ± 11,4	10,6	25	160 ± 12,2	0
11	361 ± 25,8	5,8	26	78 ± 9,7	0
12	353 ± 30,3	9,1	27	51 ± 7,7	0
13	89 ± 9,9	4,5	28	267 ± 30,0	4,1
14	54 ± 3,7	0	29	355 ± 23,7	5,1
15	123 ± 15,8	8,1	30	113 ± 8,8	6,2
	Х ± SE			146,2 ± 18,2	4,5 ± 1,0

Максимум особей во втором случае составил 18,7 % от общего количества. На растениях (46,7 %) с низкой численностью насекомых тли питались на листьях и стебле. Была выявлена положительная корреляция средней силы между общей суммой особей *R. padi* и ее количеством в узле кущения под землей ($r = 0,66$; $p = 0,000$; $r^2 = 0,43$). Такое распределение

R. padi может быть следствием ухода от повышенных температур, которые наблюдались летом 2024 г. (табл. 2): показано, что на глубине 5–10 мм температура может быть на 10 °C ниже, чем на поверхности почвы (Wiktelius, 1987). Кроме того, быстрый рост стебля и легкая досягаемость сосудов флоэмы в нижней части растений должна привлекать тлей. Энтомофаги

или другие неблагоприятные условия также могут вызвать «бегство» фитофага. В вегетационных условиях мы проверили возможность перемещения бескрылых особей и личинок под землю при воздействии тактильных стимулов, которые могут исходить от энтомофагов, при скученности в колониях или подсчете ли-

чинок в опытах при благоприятной температуре и влажности. Показано, что тли мигрируют не только в зависимости от температуры, но и в поиске выгодных мест питания, беспокойство тлей кисточкой почти вдвое усиливало их уход под землю (табл. 4).

Таблица 4. Влияние беспокойства на миграцию *Rhopalosiphum padi* (L.) ниже уровня почвы при питании на пшенице сорта Ленинградская 6 в fazu kущения (лаборатория)

Table 4. Effect of disturbance on migration of *Rhopalosiphum padi* (L.) below the soil surface when feeding on the spring wheat variety ‘Leningradskaya 6’ during tillering (laboratory)

П14*	Касания кисточкой нет		Касание кисточкой есть		
	Ниже почвы		П14	Ниже почвы	
	особи	%		особи	%
1	2	3	4	5	6
182	10	5,5	296	32	10,8
246	19	7,3	144	20	13,9
298	21	7	251	17	6,8
197	15	7,6	173	25	14,5
216	9	4,2	213	27	12,7
312	17	5,4	150	14	9,3
279	11	3,9	198	29	14,6
160	14	8,8	242	23	9,5
217	7	3,2	284	19	6,7
316	21	6,6	221	35	15,8
242,3 ± 17,8	14,4 ± 1,6	6,0 ± 0,57	217,2 ± 16,6	24,1 ± 2,1	11,5 ± 1,1

Примечание. * П14 – количество потомков одной бескрылой самки на 10-ти растениях за первые 14 дней репродукции.

В целом, в вегетационных условиях как в контролльном (отсутствие беспокойства кисточкой), так и в опытном вариантах в подповерхностном слое почвы оказалось больше тлей, чем в полевых условиях (табл. 3; 4). Возможно, наблюдаемая реакция связана с более продвинутой fazой развития растений в поле, чем в модельных опытах, или другими факторами. В среднем в контроле при плотности $242,3 \pm 17,8$ особей/10 растений ниже уровня почвы было обнаружено $6,0 \pm 0,57$ % тлей, а в опытном варианте (касание кисточкой) – $217,2 \pm 16,6$ и $11,5 \pm 1,1$ соответственно (табл. 4). В контроле показана тенденция связи между общей численностью тлей и их количеством ниже уровня почвы ($r = 0,60$; $p = 0,07$; $r^2 = 0,36$), в опытном варианте связи не обнаружено, что, возможно, характеризует индивиду-

альные различия тлей в реакции на беспокойство или влияние других факторов.

При мониторинге тлей важно отслеживать формирование очагов их размножения на многолетних культивируемых и дикорастущих хозяевах при благоприятных условиях и после химических обработок посевов зерновых культур. Перелетая из природных стаций в агроценозы, тли могут вторично заселять посевы и переносить вирусные инфекции. Сведения о топическом распределении *R. padi* на многолетних злаках практически отсутствуют. На примере восьми видов трав показана вероятность размещения колоний тлей в узле кущения ниже поверхности почвы даже в большей степени, чем на пшенице. В группу растений со значительно более высоким заселением подземной части растений вошли овсяница луговая и виды райграса (табл. 5).

Таблица 5. Размещение колоний *Rhopalosiphum padi* (L.) ниже поверхности почвы при питании на растениях различных видов

Table 5. Distribution of *Rhopalosiphum padi* (L.) below the soil surface when feeding on different plant species

Вид растения	Сорт растения	Каталог ВИР	п	П14*	Количество тлей ниже поверхности почвы, %
Овсяница луговая	Сахаровская	37137	5	163,0 ± 50,1 б	20,2 ± 6,3 а
Райграс многоцветковый	Tarquin	47144	3	130,7 ± 40,7 б	25,8 ± 3,4 а
	Alamo	54256	3	189,7 ± 17,5 а	20,4 ± 3,9 а
Райграс пастбищный	Scherkock	54242	3	153,7 ± 50,0 б	20,8 ± 2,9 а
Костер полевой	дикорастущий	47563	3	122,7 ± 6,7 с	9,4 ± 1,0 с
Фестуллополиум	Дебют	50621	5	101,4 ± 28,3 с	15,3 ± 2,7 б
	Червень	53267	7	126,0 ± 23,6 с	17,0 ± 2,1 б
Овсяница тростниковая	Кировская 50	44742	3	180,3 ± 51,8 а	10,9 ± 1,4 с

Продолжение табл. 5

Вид растения	Сорт растения	Каталог ВИР	n	П14*	Количество тлей ниже поверхности почвы, %
Пырей средний	Luna	41625	3	174,0 ± 25,8 а	12,1 ± 1,9 с
Пырей удлиненный	Targo	45404	3	81,7 ± 8,4 с	7,7 ± 0,7 с
X ± SE				152,3 ± 11,1	16,0 ± 1,9
HCP _{0,05}				35,0	6,0

Примечание. * – см. таблицу 4; средние значения в одном столбце, за которыми следуют разные буквы, статистически различаются при критическом уровне значимости $p = 0,05$.

Достоверной корреляции между плотностью колоний и объемом мигрировавших тлей в данном варианте, как и на пшенице, не обнаружено. Отсутствие такой связи предполагает при сравнительно невысокой плотности вредителя большее влияние других факторов, например, выигрышность в питании в узле кущения. Преадаптивная основа тяготения *R. padi* к подземной локализации, возможно, исходит из ее родословной. Из 15 видов тлей р. *Rhopalosiphum* Koch. два вида – *R. rufiabdominale* Sasaki; *R. oxycanthae* (Schrank.) способны жить ниже уровня почвы, а *R. pumphaeae* (L.) – даже под водой (Favret, 2025).

Если бескрылые тли (как *R. padi*, так и другие виды) в основном мигрируют в пределах растений и в их основную задачу входит увеличение численности, то крылатые особи отличаются не только морфологически, но и по демографическим показателям и функциональной «обязанности» расселения (Ogawa, Miura, 2014; Gandrabur et al., 2023). На примере розанно-злаковой тли *Metopolophium dirhodum* Walk. нами показано, что на наблюдаемые различия в репродукции тлей больше влияли признаки отдельных морфотипов (фенотипов), чем их клоновая специфичность (Gandrabur et al., 2023). Можно предполагать, что оценка хозяев по пригодности для размножения и расселения тлей будет более достоверной, если ее проводить с использованием не только бескрылых, но и крылатых самок. Методы работы с бескрыльими особями разработаны достаточ-

но подробно (Simon et al., 2021), а с крылатыми предпочитают не работать. Учитывая, что предки тлей были крылатыми, диморфизм эволюировал от мономорфизма и стал результатом взаимодействия между генотипом и окружающей средой. Соответственно, трофические адаптации крылатых морфотипов оказываются более древними, чем бескрылых. До сих пор крылатые особи первыми заселяют кормовые растения, и не случайно их первые потомки, как правило, бескрылые и имеют генетическую программу не покидать, а адаптироваться к хозяину, активно размножаясь. Характеризуясь быстрой морфотипической реакцией на качество питания, дальнейшее потомство либо продолжает колонизацию, либо быстро расселяется, если хозяин не подходит. В противном случае крылатые тли покидают растение, когда плотность поселения становится высокой. Таким образом, более детальная оценка качества хозяина предполагает изучение развития не только бескрылых, но и крылатых самок. В отличие от бескрылых, работа с крылатыми особями затруднена особенностями их поведения в зависимости от срока окончания мотивации поиска места питания и оседания. С целью упрощения учетов у самок *R. padi* были скручены крылья. Контролем служили самки с крыльями без травм. Насекомые питались на благоприятном (пшеница сорта Ленинградская 6) и неблагоприятном (ежа сорта Триада) хозяевах (табл. 6).

Таблица 6. Влияние травмирования крыльев на количество окрыляющихся потомков у *Rhopalosiphum padi* (L.)
Table 6. Wing injury effect on the number of winged offspring of *Rhopalosiphum padi* (L.)

Растение-хозяин	Травмированные крылья			Нетравмированные крылья		
	n	П14*	Окрыление, %	n	П14	Окрыление, %
Пшеница яровая сорта Ленинградская 6	4	456,8 ± 65,1	13,1 ± 4,1	4	475,8 ± 135,3	0,0–1,47
Ежа сборная сорта Триада	4	156,5 ± 2,7	14,22 ± 3,6	4	46,75 ± 12,7	0,0–6,25

Примечание. * – см. таблицу 4.

Травмированные самки начали питаться в день подсадки и чувствовали себя хорошо. Однако на обоих хозяевах травмирование крыльев вызвало усиление окрыления потомства, а при питании на еже стимулировало размножение. Регуляция фенотипа, связанная с плотностью поселения у тлей, широко распространена, хотя рецепторы тактильных стимулов у бескрылых особей еще не идентифицированы,

а у крылатых не изучены (Ogawa, Miura, 2014). Скручивание крыльев имитировало тактильные стимулы. Оказалось, что они воспринимаются не только бескрылыми, но и крылатыми особями *R. padi*, меняя программу развития потомков через трансгенеративную передачу сигналов от матери к эмбрионам. Такой прием искажает картину восприятия хозяев тлями и не может быть использован при тестировании.

Выводы. Как топическая специализация, так и крыловой диморфизм возникли у тлей в процессе исторического формирования гостальной специфичности и жизненных циклов и отражают их адаптации к окружающей среде. К таким адаптациям относится способность *R. padi* питаться ниже уровня почвы, что необходимо учитывать для надежности оценки ее численности при скрининге образцов в вегетационных условиях, а также в посевах возделываемых злаков и на дикорастущих хозяевах, где могут быть скопления тлей. Эффективность использования контактных препаратов может быть снижена вследствие подземных миграций

R. padi. Степень повреждения растений *R. padi* зависит от скорости размножения и окрыления потомства как у крылатых, так и у бескрылых летних морфотипов тли. Таким образом, при тестировании образцов растений по пригодности для развития тлей лучше использовать оба морфотипа, учитывая, что тактильные воздействия могут быть неблагоприятны для *R. padi* и вызывать бегство под землю у бескрылых особей, а травмы крыльев – стимулировать окрыление в потомстве крылатых самок.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (грант № 24-76-10009).

Библиографический список

- Голиванов Я.Ю., Зелененко В.В., Гриценко В.В. Особенности биологического развития черемухово-злаковой тли (*Rhopalosiphum padi*) в лабораторных условиях // Известия ТСХА. 2021. № 4. С. 142–148. DOI: 10.26897/0021-342X-2021-4-142-148
- Шпанев А.М., Берим М.Н. Видовой состав и обилие тлей в посевах зерновых культур Ленинградской области // Пермский аграрный вестник. 2024. № 3(47). С. 55–63. DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_55
- Favret C., Aphid Taxon Community, eds. 2025 [Электронный ресурс] Blackman & Eastop's Aphids on the World's Plants, version 1.0. URL: <https://aphidsonworldsplants.info> (дата обращения 10.12.2025).
- Gandrabur E., Terentev A., Fedotov A., Emelyanov D., Vereshchagina A. Peculiarities of *Metopolophium dirhodum* (Walk.) Population Formation Depending on Its Clonal and Morphotypic Organization during the Summer Period // Insects. 2023. Vol. 14, Article number: 271. DOI: 10.3390/insects14030271
- Gao H., Shen Y., Chen L., Lai H., Yang H., Li G., Zhao S., Ge F. Effects of Varying Planting Patterns on Wheat Aphids' Occurrence and the Control Effect of Pesticide Reduction Spraying Process by Unmanned Aerial Vehicle // Applied Sciences. 2023. Vol. 13, Iss. 21, Article number: 1916. DOI: 10.3390/app132111916
- Radchenko E.E., Abdullaev R.A., Anisimova I.N. Genetic Resources of Cereal Crops for Aphid Resistance // Plants. 2022. Vol. 11, Iss. 11, Article number: 1490. DOI: 10.3390/plants11111490
- Simon A., J.C., Hammond-Kosack K., Field L.M. Identifying aphid resistance in the ancestral wheat *Triticum monococcum* under field conditions // Scientific Reports. 2021. Vol. 11, Iss. 1. P. 13495. DOI: 10.1038/s41598-021-92883-9
- Soma N., Kikuta S. Transgenerational Plasticity of Maternal Hemolymph Trehalose in Aphids // Arch Insect Biochem Physiol. 2025. Vol. 118, Iss. 1, Article number: e70030. DOI: 10.1002/arch.70030
- Wiktelius, S. The role of grasslands in the yearly life-cycle of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in Sweden // Ann. appl. Biol. 1987. Vol. 110. P. 9–15. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1987.tb03227.x

References

- Golivanov Ya.Yu., Zelenenko V.V., Gritsenko V.V. Osobennosti biologicheskogo razvitiya cheremukhovo-zlakovoi tli (*Rhopalosiphum padi*) v laboratornykh usloviyakh [Biological development of the bird cherry aphid (*Rhopalosiphum padi*) in laboratory conditions] // Izvestiya TSKhA. 2021. № 4. С. 142–148. DOI: 10.26897/0021-342Kh-2021-4-142-148
- Shpanev A.M., Berim M.N. Vidovoi sostav i obilie tlei v posevakh zernovykh kul'tur Leningradskoi oblasti [Species composition and abundance of aphids in grain crops in the Leningrad Region]// Permskii agrarnyi vestnik. 2024. № 3(47). С. 55–63. DOI: 10.47737/2307-2873_2024_47_55
- Favret C., Aphid Taxon Community, eds. 2025 [Электронный ресурс] Blackman & Eastop's Aphids on the World's Plants, version 1.0. URL: <https://aphidsonworldsplants.info> (дата обращения 10.12.2025).
- Gandrabur E., Terentev A., Fedotov A., Emelyanov D., Vereshchagina A. Peculiarities of *Metopolophium dirhodum* (Walk.) Population Formation Depending on Its Clonal and Morphotypic Organization during the Summer Period // Insects. 2023. Vol. 14, Article number: 271. DOI: 10.3390/insects14030271
- Gao H., Shen Y., Chen L., Lai H., Yang H., Li G., Zhao S., Ge F. Effects of Varying Planting Patterns on Wheat Aphids' Occurrence and the Control Effect of Pesticide Reduction Spraying Process by Unmanned Aerial Vehicle // Applied Sciences. 2023. Vol. 13, Iss. 21, Article number: 1916. DOI: 10.3390/app132111916
- Radchenko E.E., Abdullaev R.A., Anisimova I.N. Genetic Resources of Cereal Crops for Aphid Resistance // Plants. 2022. Vol. 11, Iss. 11, Article number: 1490. DOI: 10.3390/plants11111490
- Simon A., Caulfield J.C., Hammond-Kosack K., Field L.M. Identifying aphid resistance in the ancestral wheat *Triticum monococcum* under field conditions // Scientific Reports. 2021. Vol. 11, Iss. 1. P. 13495. DOI: 10.1038/s41598-021-92883-9
- Soma N., Kikuta S. Transgenerational Plasticity of Maternal Hemolymph Trehalose in Aphids // Arch Insect Biochem Physiol. 2025. Vol. 118, Iss. 1, Article number: e70030. DOI: 10.1002/arch.70030
- Wiktelius, S. The role of grasslands in the yearly life-cycle of *Rhopalosiphum padi* (Homoptera: Aphididae) in Sweden // Ann. appl. Biol. 1987. Vol. 110. P. 9–15. DOI:10.1111/j.1744-7348.1987.tb03227.x

Поступила: 11.05.25; доработана после рецензирования: 26.07.25; принята к публикации: 05.08.25.

Критерии авторства. Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за plagiat.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Авторский вклад. Гандрабур Е.С., Верещагина А.Б., Клименко Н.С. – концептуализация исследования, подготовка опытов, выполнение полевых и вегетационных работ, сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи; Еремеев Ф.К. – сбор данных, выполнение полевых опытов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.