

АГРОНОМИЯ AGRONOMY

Научная статья

УДК 635.65; 631.527; 595.7; 57.025

doi: 10.34655/bgsha.2025.79.2.001

Влияние сорта и климатических условий на повреждение гороха *Acyrtosiphon pisum*

Елена Викторовна Кожухова¹, Валерий Вадимович Новиков²

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», Красноярск, Россия

¹elena.kojuhova@yandex.ru

²valeranovsav@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты шестилетних исследований повреждения образцов гороха посевного наиболее опасным вредителем культуры *Acyrtosiphon pisum* Harr. гороховой тлей. Исследования проводили в 2018 – 2023 годах в питомнике конкурсного сортоиспытания гороха в селекционном севообороте Красноярского НИИСХ по общепринятым методикам. Для исследования взято семь образцов гороха посевного селекции Красноярского НИИСХ различной длины и морфотипа. В результате проведенных исследований выявлено, что в условиях Красноярской лесостепи влияние абиотических факторов, а именно условий года возделывания, на повреждение образцов гороха посевного тлей более значимо 48,44 %, влияние генетических факторов, определяющих сортовые особенности, составило 10,48 %, взаимодействие этих факторов оценивалось в 41,08%. Более устойчивыми к повреждению тлей являлись образцы с усатым типом листа и укороченным стеблем, листовые образцы и среднестебельные образцы с усатым типом листа повреждались сильнее. Установлена отрицательная корреляция степени повреждения образцов с продолжительностью фазы всходы – цветение $r \pm Sr = 0,601 \pm 0,123$ и положительная в фазу цветение – созревание $r \pm Sr = 0,568 \pm 0,127$ ($n = 42$). Корреляция повреждения тлей с осадками и гидротермическим коэффициентом (ГТК) имела преимущественно отрицательную направленность, с температурой положительная направленность выявлена только в июне – сильная с листовыми образцами (Радомир $r = 0,790$; Ж-58 $r = 0,911^*$), средняя прямая зависимость для образцов с усатым типом листа (Л-24 $r = 0,319$; Яхонт $r = 0,612$). В июле высокие температуры, ускоряющие налив и созревание, делали растения малопривлекательными для тли, в результате выявлена сильная отрицательная корреляция температуры с повреждением *Acyrtosiphon pisum* у образцов с усатым типом листа (Яхонт $r = -0,734$; Д-94 $r = -0,708$; Д-40 $r = -0,841^*$; Л-24 $r = -0,885^*$).

Ключевые слова: *Pisum sativum* (горох посевной), гороховая тля, гидротермический коэффициент, степень повреждения, морфотип, корреляция.

Influence of a variety and climatic conditions on damage of pea by *Acyrtosiphon pisum*

Elena V. Kozhukhova¹, Valery V. Novikov²

¹²Krasnoyarsk Scientific Research Institute of Agriculture Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS", Krasnoyarsk, Russia

¹elena.kojuhova@yandex.ru

²valeranovsav@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of a six-year study of damage of pea samples by *Acyrtosiphon pisum* Harr. – pea aphid – the most dangerous pest of the crop. The studies were carried out in 2018 - 2023 in the nursery garden of competitive pea variety trial in the selective crop rotation of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture according to generally accepted methods. For the study seven samples of peas selected by the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture were taken; the samples were of different lengths and morphotypes. As a result of the studies, it was found out that under the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe, the influence of abiotic factors, specifically the features of the year of cultivation, on the damage of pea samples by aphids was rather significant and equaled to 48.44%; the influence of genetic factors determining varietal characteristics was 10.48%; the interaction of these factors was estimated at 41.08%. Samples of a tendrill leaf type and with a shortened stem were more resistant to damage by aphids, the devastating effect of pests was more on leaf samples and medium-stem samples with a tendrill leaf type. A negative correlation was determined between the degree of damage of samples and the duration of the seedling-flowering stage $r \pm Sr = 0.601 \pm 0.123$, and a positive one in the flowering-ripening stage $r \pm Sr = 0.568 \pm 0.127$ ($n = 42$). The correlation of aphid damage with precipitation and the hydrothermal coefficient (HTC) was predominantly negative, with temperature a positive correlation was found only in June - strong with leaf samples (Radomir $r = 0.790$; Zh-58 $r = 0.911^*$), an average direct correlation – for samples with a tendrill leaf type - (L-24 $r = 0.319$; Yakhont $r = 0.612$). In July, high temperatures accelerating growth and ripening made plants unattractive to aphids, as a result a strong negative correlation of temperature with damage by *Acyrtosiphon pisum* was found in samples with a tindrel leaf type (Yakhont $r = -0.734$; D-94 $r = -0.708$; D-40 $r = -0.841^*$; L-24 $r = -0.885^*$).

Keywords: *Pisum sativum* (garden pea), pea aphid, hydrothermal coefficient, degree of damage, morphotype, correlation.

Введение. В условиях Восточной Сибири наиболее опасным вредителем для гороха является *Acyrtosiphon pisum*, или гороховая тля – насекомое семейства Aphididae, которое поражает различные виды бобовых культур, в том числе горох. Этот вредитель приводит к значительным потерям урожая во всем мире [1, 2].

Изучение гороховой тли – ее поведения, биологии, мер борьбы с вредителем – имеет высокую актуальность [3, 4, 5]. В жизненном цикле вредителя происходит чередование полового и бесполого поколений [6]. Гороховая тля опасна, главным образом, в фазы бутонизации и цветения гороха. Массовое заселение обычно на-

блюдается в период бутонизации и достигает пика в фазу налива зерна [7]. Насекомые предпочитают заселять молодые листья, цветки, формирующиеся бобы; они высасывают клеточный сок, вызывая морфологическую деформацию тканей. В результате неравномерного роста тканей побеги искривляются и задерживаются в росте, а бобы остаются недоразвитыми [8]. В свою очередь, период созревания образцов является их индивидуальной реакцией на складывающиеся условия среды [9]. Тепловой шок снижает плодовитость тли [10].

Для борьбы с вредителем активно применяются инсектициды [11]. Но в пос-

леднее время набирает актуальность поиск наиболее экологичных методов выращивания сельскохозяйственных культур с целью снижения химической нагрузки на агробиоценоз [12].

В селекционном процессе, снижая антропогенную нагрузку, следует выявить сорта (генотипы), устойчивые к вредителю [13]. Сорта гороха представлены различными морфотипами, и их устойчивость к повреждению тлей является актуальной задачей в селекционной работе с культурой *Pisum sativum* L.

Цель исследований: определить влияние сортовых особенностей и складывающихся условий тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода на степень повреждения образцов гороха посевного тлей (*Acyrtosiphon pisum* Harr.) в условиях Красноярской лесостепи.

Задачи:

1. Выявить доли влияния сортовых особенностей и складывающихся условий вегетационного периода на повреждение образцов *Acyrtosiphon pisum* Harr.

2. Определить наиболее устойчивые к повреждению вредителем морфотипы гороха посевного в условиях Красноярской лесостепи.

3. Рассчитать и интерпретировать корреляционную зависимость между повреждением тлей образцов гороха и тепло-, влагообеспеченностью месяцев и фаз вегетационного периода.

Условия и методика исследований. Исследования проводились в 2018 – 2023 годах в питомнике конкурсного сортоиспытания лаборатории селекции гороха Красноярского НИИСХ ОП ФИЦ КНЦ СО РАН. Площадь делянок 14 м², повторность четырехкратная, расположение делянок систематическое. Учеты

проведены в соответствии с общепринятыми методиками: повреждение тлей по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур – по группам из 5-10 растений в равноудаленных местах делянок несмежных повторений (всего около 100 растений) [14]. Иммунологическая оценка проведена по пятибалльной шкале, в соответствии с которой высокоустойчивым образцам соответствует очень слабое повреждение 1 – 10% и оценка 1 балл; устойчивым – слабое повреждение 11 – 25%, оценка 2 балла; среднепоражаемым – среднее повреждение 26 – 50%, оценка 3 балла; поражаемым – сильное повреждение 51 – 71%, оценка 4 балла; сильнопоражаемым – очень сильное повреждение 72 – 100%, оценка 5 баллов [15].

Повреждение просматривалось в период начало бутонизации – начало созревания и отмечалось в момент максимального заселения вредителем. Когда заселение тлей у некоторых образцов приближалось к 4-5 баллам, а среднее по питомнику превосходило порог эпидемической вредоносности, проводилась обработка инсектицидом Брейк из расчета 0,05 л/га, расход рабочего раствора 200 л/га. Такая обработка была проведена в 2018 и 2022 гг., в остальные годы обработка не требовалась.

Для исследования было взято семь образцов гороха посевного селекции Красноярского НИИСХ – два образца листочковых среднестебельных (Радомир и Ж-58) и пять образцов с видоизмененным усатым типом листа, из которых линии Д-94 (синоним Красноярский 20) и Д-40 (синоним Памяти Валько) и Л-24 в отдельные годы относились к полукарликовым (табл. 1).

Таблица 1 – Исследуемые образцы гороха посевного

Образец	Происхождение	Длина стебля, см (пределы)	Тип листа
Радомир	П-3223 х Юбилар	80 - 160	листочковый
Яхонт	Самарец х Радомир	60 - 122	усатый
Д-94	Aligo х Кемчуг	56 - 86	усатый
Д-40	Aligo х Радомир	42 - 84	усатый
Ж-55	Baroness х Радомир	83 - 159	усатый
Ж-58	Радомир х Л-Орел	75 - 136	листочковый
Л-24	Флагман 10 х Светозар	62 - 101	усатый

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный маломощный тяжелосуглинистый. Предшественник – чистый пар. Посев всех образцов проводился одновременно в максимально ранние сроки – по мере созревания почвы.

Условия вегетационного периода характеризовались в 2018 г. как очень засушливые (ГТК = 0,60), 2019 г. – засушливые (ГТК = 0,93), 2020 и 2021 гг. – избыточно увлажненные (ГТК = 1,46 и 1,47 соответственно), 2022 г. – обеспеченно увлажненные (ГТК=1,05), 2023 г. – засушливые (ГТК = 0,81).

Двухфакторный дисперсионный анализ данных проведен в программе Сндекор, расчет коэффициента корреляции – в программе Excel.

Результаты исследований и их обсуждения. При проведении двухфакторного дисперсионного анализа показателя повреждения образцов вредителем *Acyrtosiphon pisum* F фактическое – расчетный критерий на 5% уровне значимости по всем параметрам – сорт, год и взаимодействие факторов – было больше F табличного, что свидетельствует о статистической надежности расчетов. Влияние условий года на повреждение образцов вредителем составило 48,44 %, сорта – 10,48 %, взаимодействие факторов – 41,08 %. Наименьшая существенная разность для 5% уровня значимости по годам составила 0,333, по сортам – 0,144 (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты двухфакторного дисперсионного анализа повреждения (2018 – 2023 гг.)

Фактор	Сумма квадратов	Степени свободы	Степень влияния	F критерий расчетный	Вероятность ошибки	Наименьшая существенная разность 5%
А – год	116,690	5	0,467	367,58	0,0000	0,333
В – сорт	26,167	6	0,100	68,69	0,0000	0,144
АВ – взаимодействие факторов	86,476	30	0,396	45,40	0,0000	0,295
Частные средние		41		88,10	0,0000	0,295

Высокоустойчивым к повреждению тлей за весь период исследования являлся сорт с усатым типом листа и укороченным стеблем Красноярский 20 – синоним Д-94 (степень повреждения 1,3 балла), средне поражен селекционный среднестебельный образец с усатым типом листа Ж-55 (степень

повреждения 2,9 балла). Остальные исследуемые образцы в соответствии с градацией можно охарактеризовать как устойчивые к повреждению. Однако, даже устойчивые к повреждению образцы Д-40, Ж-58, Л-24 в отдельные годы имели оценку повреждения 4 балла (табл. 3).

Таблица 3 – Степень повреждения образцов тлей, балл (2018 – 2023)

Образец	Год						Среднее	Характеристика
	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
Радомир	2,9	2,8	1,0	1,3	3,0	2,5	2,2	Устойчивый
Яхонт	3,2	1,9	1,0	1,3	3,2	1,6	2,0	Устойчивый
Д-94	2,5	1,0	0,0	0,0	3,0	1,0	1,3	Высокоустойчивый
Д-40	4,0	1,0	1,0	0,0	4,0	1,0	1,8	Устойчивый
Ж-55	3,0	3,0	2,0	2,3	4,0	3,0	2,9	Среднепоражаемый
Ж-58	4,0	3,0	0,0	0,5	3,0	3,0	2,3	Устойчивый
Л-24	3,0	2,8	1,0	0,5	4,0	0,0	1,9	Устойчивый
Среднее	3,2	2,2	0,9	0,8	3,5	1,7	2,0	

Продолжительность фаз периодов вегетации оказывала влияние на степень повреждения образцов гороха посевного вредителем *Acyrtosiphon pisum*. Отрицательная корреляция определена с фазой всходы – цветение $r \pm Sr = 0,601 \pm 0,123$, в то время когда сопряженность продолжительности периода цветение – созревание с повреждением тлей имела среднюю положительную сопряженность $r \pm Sr = 0,568 \pm 0,127$. Слабая корреляция за весь период вегетации $r \pm Sr = 0,030 \pm 0,154$ объясняется разнонаправленностью корреляционных связей в фазы всходы-цветение и цветение-созревание.

Для оценки влияния тепло- и влагообеспеченности на степень повреждения образцов вредителем был проведен анализ по месяцам вегетационного периода.

В связи с тем, что в августе уже фиксировалась восковая спелость образцов, влияние тепло- и влагообеспеченности на повреждение образцов *Acyrtosiphon pisum* учитывалось только для мая (так как условия этого месяца влияют на расселение и размножение вредителя), июня и июля.

При анализе влияния климатических условий на степень повреждения образцов выявлено, что корреляция между повреждением тлей и количеством осадков имела отрицательную направленность для всех образцов и для всех периодов. Следовательно, увеличение количества осадков негативно сказывалось на распространении и вредоносности тли. С температурой прямая корреляция определена в июне. Июнь – это период наибольшей активности расселения вредителя, так как на вторую половину июня приходится бутонизация – одна из наиболее привлекательных стадий развития растений для тли. С листовковыми образцами в июне обнаружилась сильная прямая зависимость (Радомир $r = 0,790$; Ж-58 $r = 0,911$), в то время как для образцов с усатым типом листа – средняя прямая зависимость (Л-24 $r = 0,319$ – Яхонт $r = 0,612$).

В июле корреляция повреждения образцов вредителем со средней темпера-

турой имела уже отрицательную направленность. Это одновременно связано с двумя факторами – биологией тли (тепловой шок снижает ее плодовитость) и биологией растений. Высокие температуры в период окончания цветения, формирования, налива бобов и начала восковой спелости, как правило, ускоряют процессы, ведущие к созреванию, растения при этом начинают грубеть, что делает их малопривлекательными для вредителя, предпочитающего сочные части растений.

В июле наблюдалась отрицательная корреляция с максимальным значением r у образцов с усатым типом листа, так как усики огрубевали быстрее, чем листочки. Сильная достоверная отрицательная корреляция между температурой и повреждением образцов вредителем выявлена у образцов Д-40 $r = -0,841$ и Л-24 $r = -0,885$ (табл. 4).

При анализе сопряженности повреждения образцов гороха *Acyrtosiphon pisum* с гидротермическим коэффициентом вегетационного периода во все фазы роста и развития растений (всходы-цветение, цветение-созревание, всходы-созревание) и отдельно по месяцам определялась отрицательная корреляция.

При анализе по месяцам повреждение образцов вредителем имело отрицательную корреляцию с ГТК июня и июля, ливневые осадки способствовали смыву тли, равномерное распределение осадков при умеренных температурах – ее расселению и размножению. Сильная отрицательная связь повреждения образцов вредителем с ГТК определена в июне для среднестебельных листовковых образцов Радомир ($-0,80$) и Ж-58 ($-0,87$). Для образцов с усатым типом листа коэффициент корреляции не превышал средней величины: Яхонт $r = -0,58$ (июль), Д-94 $r = 0,58$ (июнь), Д-40 $r = -0,51$ (июнь), Л-24 $r = -0,46$ (май). Следовательно, в этом месяце жаркая погода способствовала размножению и расселению вредителя преимущественно на листовковых образцах.

Выводы: 1. Выявлено, что наиболее значимо влияние абиотических факторов,

Таблица 4 – Корреляция повреждения образцов тлей с температурой и осадками по месяцам и периодам (2018 – 2023)

Образец	С осадками			С температурой		
	май	июнь	июль	май	июнь	июль
Радомир	-0,595	-0,806*	-0,547	-0,339	0,790	-0,388
Яхонт	-0,485	-0,547	-0,634	-0,158	0,612	-0,734
Д-94	-0,454	-0,557	-0,589	-0,053	0,587	-0,705
Д-40	-0,257	-0,482	-0,480	0,041	0,522	-0,841*
Ж-55	-0,644	-0,482	-0,489	0,048	0,444	-0,462
Ж-58	-0,440	-0,890*	-0,618	-0,519	0,911*	-0,302
Л-24	-0,704	-0,351	-0,196	0,155	0,319	-0,885*
	всходы-цветение	цветение – созревание	всходы-созревание	всходы-цветение	цветение – созревание	всходы-созревание
Радомир	-0,885*	-0,214	-0,855	0,681	-0,221	0,606
Яхонт	-0,570	-0,520	-0,587	0,594	-0,795	0,106
Д-94	-0,628	-0,656	-0,681	0,441	-0,621	0,194
Д-40	-0,513	-0,444	-0,528	0,513	-0,838	0,069
Ж-55	-0,485	-0,487	-0,563	0,387	-0,338	0,266
Ж-58	-0,898*	-0,817	-0,961*	0,885*	-0,244	0,731
Л-24	-0,254	-0,357	-0,332	0,227	-0,659	-0,118

*достоверно при $t_{0,5}$

а именно условий года на повреждение образцов гороха посевного тлей 48,44 %; влияние генетических факторов, определяющих сортовые особенности, составило 10,48 %, взаимодействие этих факторов оценивается в 41,08 %; при благоприятных для развития вредителя погодных условиях даже устойчивые к повреждению образцы могут значительно повреждаться.

2. Образцы с усатым типом листа и укороченным стеблем повреждаются слабее, по сравнению со среднестебельными листочковыми и усатыми генотипами.

3. Корреляция степени повреждения тлей с осадками и ГТК преимущественно

отрицательная, с температурой – положительная направленность выявлена только в июне (в период всходы–цветение): сильная – у листочковых образцов (Радомир – $r = 0,790$; Ж-58 $r = 0,911$), средняя у образцов с усатым типом листа (Л-24 – $r = 0,319$; Яхонт – $r = 0,612$). В период цветение–созревание высокие температуры, ускоряя созревание гороха, делали его малопривлекательным для тли. В июле сильная достоверная отрицательная корреляция между повреждением тлей и температурой характерна для образцов с усатым типом листа (Д-40 $r = 0,841$; Л-24 $r = -0,885$).

Список источников

1. Benslama O. Bioinsecticidal activity of actinomycete secondary metabolites against the acetylcholinesterase of the legume's insect pest *Acyrtosiphon pisum*: a computational study // Journal of Genetic Engineering and Biotechnology. 2022. Vol. 20, No. 1. P. 1-13. doi: 10.1186/s43141-022-00442-0. EDN: BXSGOA.
2. Identification of potential candidate genes controlling pea aphid tolerance in a *Pisum fulvum* high-density integrated DArTseq SNP-based genetic map / E. Barilli, E. Carrillo-Perdomo, M.J. Cobos [et al.] // Pest Management Science. 2020. Vol. 76, No. 5. P. 1731-1742. doi: 10.1002/ps.5696 EDN ECLDGJ.
3. Crustacean cardioactive peptide and its receptor modulate the ecdysis behavior in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* / Y. Shi, T.Y. Liu, B.Y. Ding [et al.] // Journal of Insect Physiology. 2022. Vol. 137. P. 104364. doi: 10.1016/j.jinsphys.2022.104364. EDN: ICPUYJ.

4. Parent J. Ph., Laidlaw R., Abram P. K. Disruptive effects of non-specific airborne and substrate-borne vibrations on aphids // *Journal of Pest Science*. 2022. Vol. 95, No. 2. P. 949-958. doi: 10.1007/s10340-021-01425-9. EDN: VWWYXP.
5. An aphid facultative symbiont suppresses plant defence by manipulating aphid gene expression in salivary glands / Q. Wang, E. Yuan, X. Ling [et al.] // *Plant, Cell & Environment*. 2020. Vol. 43, No. 9. P. 2311-2322. doi: 10.1111/pce.13836. EDN: XUPDAB
6. Suppression of autumnal sexual morph production in spring by a seasonal timer in an aphid / N. Matsuda, J. Endo, H. Numata [et al.] // *Physiological Entomology*. 2020. Vol. 45, No. 2-3. P. 103-109. doi: 10.1111/phen.12322. EDN: NNOOUZ
7. Исмаилов В.Я., Команцев А.А. Влияние беспестицидной системы защиты овощного гороха на восстановление биоразнообразия и механизмов естественной биоценотической регуляции // *Достижения науки и техники АПК*. 2022. Т. 36, № 4. С. 94-99. doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_94. EDN: VSRQPU
8. Илларионов А.И., Разумейко И.Н. Фитофаги гороха и приемы ограничения их вредоносности // *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*. 2018. № 3 (58). С. 20-31. doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.3.20. EDN: YOINAT
9. Кожухова Е.В., Новиков В.В. Реакция образцов гороха посевного на ранние и поздние сроки сева // *Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.П. Филиппова*. 2023. № 3 (72). С. 20-26. doi: 10.34655/bgsha.2023.72.3.002. EDN: FEFRRP.
10. Heyworth E.R., Smees M.R., Ferrari J. Aphid Facultative Symbionts Aid Recovery of Their Obligate Symbiont and Their Host After Heat Stress // *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2020. Vol. 8. P. 56. doi: doi.org/10.3389/fevo.2020.00056 EDN: UIUMKU
11. Долматова Л.С., Садовников Г.Г., Стецов Г.Я. Современные средства и приемы в защите от основных вредителей гороха // *Достижения науки и техники АПК*. 2020. Т. 34, № 7. С. 38-42. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10706 EDN: EIQSSB
12. Ollivier R., Glory I., Cloteau R. A major-effect genetic locus, *ApRVII*, controlling resistance against both adapted and nonadapted aphid biotypes in pea // *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. URL: <https://link.springer.com/article/> (дата обращения: 17.03.2022). doi:10.1007/s00122-022-04050-x
13. Кузьмина С.П., Казыдуб Н.Г., Плотникова Л.Я. Селекция гороха овощного на устойчивость к вредителям в условиях Южной лесостепи Западной Сибири // *Актуальные направления развития аграрной науки: Сборник научных статей, посвященный 50-летию селекционного центра ФГБНУ "Омский АНЦ"*, Омск, 04 августа 2020 года / ФГБНУ "Омский АНЦ". 2020. С. 143-149. EDN: OAXPWE.
14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2. Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры. Москва, 1989. 194 с.
15. Вишнякова М.А. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: Пополнение, сохранение и изучение, методические указания. Санкт-Петербург: ВИР, 2018. 143 с.

References

1. Benslama O. Bioinsecticidal activity of actinomycete secondary metabolites against the acetylcholinesterase of the legume's insect pest *Acyrtosiphon pisum*: a computational study. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2022;20(1):1-13. doi: 10.1186/s43141-022-00442-0
2. Identification of potential candidate genes controlling pea aphid tolerance in a *Pisum fulvum* high-density integrated DArTseq SNP-based genetic map Barilli E., Carrillo-Perdomo E., Cobos M.J. and al. *Pest Management Science*. 2020;76(5): 1731-1742. doi: 10.1002/ps.5696
3. Crustacean cardioactive peptide and its receptor modulate the ecdysis behavior in the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum* Shi Y., Liu T.Y., Ding B.Y. and al. *Journal of Insect Physiology*. 2022;137:104364. doi: 10.1016/j.jinsphys.2022.104364
4. Parent J. Ph., Laidlaw R., Abram P. K. Disruptive effects of non-specific airborne and substrate-borne vibrations on aphids. *Journal of Pest Science*. 2022;95(2):949-958. doi: 10.1007/s10340-021-01425-9
5. An aphid facultative symbiont suppresses plant defense by manipulating aphid gene expression in salivary glands Wang Q., Yuan E., Ling X. and al. *Plant, Cell & Environment*. 2020;43(9):2311-2322. doi: 10.1111/pce.13836
6. Suppression of autumnal sexual morph production in spring by a seasonal timer in an aphid Matsuda N., Endo J., Numata H. and al. *Physiological Entomology*. 2020;45(2-3):103-109. doi: 10.1111/phen.12322
7. Ismailov V.Ya., Komancev A.A. Influence of the green pea pesticide-free protection system on the restoration of biodiversity and mechanisms of natural biocenotic regulation. *Achievements of science and technology in agro-industrial complex*. 2022;36(4):94-99 (In Russ.). doi: 10.53859/02352451_2022_36_4_94
8. Illarionov A.I., Razumeiko I.N. Phytophages of peas and techniques for limiting their harmfulness. *Vestnik of Voronezh state agrarian university*. 2018;No.3(58):20-31 (In Russ.). doi: 10.17238/issn2071-2243.2018.3.20
9. Kozhukhova E.V., Novikov V.V. Reaction of seed pea samples to early and late sowing periods. *Vestnik of Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov*. 2023;3(72):20-26 (In Russ.). doi: 10.34655/bgsha.2023.72.3.002

10. Heyworth E.R., Smee M.R., Ferrari J. Aphid Facultative Symbionts Aid Recovery of Their Obligate Symbiont and Their Host After Heat Stress. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2020;8:56. doi: doi.org/10.3389/fevo.2020.00056
11. Dolmatova L.S., Sadovnikov G.G., Stetsov G.Ya. Modern means and techniques in protection against the main pests of peas. *Achievements of science and technology of the agro-industrial complex*. 2020;34(7):38-42. doi: 10.24411/0235-2451-2020-10706
12. Ollivier R., Glory I., Cloteau R. A major-effect genetic locus, ApRVII, controlling resistance against both adapted and nonadapted aphid biotypes in pea *Theoretical and Applied Genetics*. 2022. URL: <https://link.springer.com/article/> (date of access: 17.03.2022). doi:10.1007/s00122-022-04050-x
13. Kuzmina S.P., Kazydub N.G., Plotnikova L.Ya. Breeding of vegetable peas for resistance to pests in the conditions of the Southern forest-steppe of Western Siberia. *Current directions in the development of agricultural science*: Collection of scientific articles, Omsk, August 4, 2020. Omsk, 2020:143-149 (In Russ.).
14. Methods of state variety testing of agricultural crops. No. 2. Cereals, cereals, legumes, corn and fodder crops. Moscow, 1989. 194 p. (In Russ.)
15. Vishnyakova M.A. Collection of world genetic resources of grain legumes VIR: Replenishment, preservation and study, methodological guidelines. VIR - St. Petersburg, 2018. 143 p. (In Russ.)

Информация об авторах

Елена Викторовна Кожухова – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник;

Новиков Валерий Вадимович – младший научный сотрудник.

Information about the authors

Elena V. Kozhukhova – Candidate of Science (Agriculture), Leading researcher;

Valery V. Novikov – Junior Research fellow.

Статья поступила в редакцию 13.03. 2025; одобрена после рецензирования 17.04. 2025; принята к публикации 22.04. 2025.

The article was submitted 13.03.2025; approved after reviewing 17.04. 2025; accepted for publication 22.04. 2025.