

# РАСПРОСТРАНЕНИЕ И БИОЛОГИЯ ИНВАЗИОННОГО ВИДА ГОРОХОВОЙ ЗЕРНОВКИ (*BRUCHUS PISORUM*)

© 2019 Каплин В.Г.

Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений,  
Санкт-Петербург – Пушкин 196608, Россия;  
e-mail: ctenolepisma@mail.ru

Поступила в редакцию 27.06.2019. После доработки 27.10.2019. Принята к публикации 14.11.2019.

Представлен обзор литературы по экологии, биологии, распространению гороховой зерновки и её основного кормового растения – гороха посевного; влиянию абиотических, биотических и антропогенных факторов на инвазионный процесс, фитосанитарное состояние посевов гороха в России. Прослежены основные этапы и направления возделывания гороха посевного и инвазии зерновки из их первичного ареала в Передней Азии, рассмотрены факторы и причины их обуславливающие. В России экономическая значимость гороховой зерновки возросла с середины 1980-х гг., что совпало с распространением нулевой и минимальной обработки почвы, потеплением климата, уменьшением размеров хозяйств, произошло расширение её распространения в восточном и северо-восточном направлениях. Изолированный очаг высокой численности и вредоносности зерновки сформировался в Алтайском крае к 1999 г. В 1980–1983 гг. она была зарегистрирована в Татарстане, Башкирии, в 2010–2012 гг. – в Кемеровской и Томской областях. С 2008 по 2018 г. произошло расширение ареала этого инвайдера на север до Архангельской области (2018 г.) включительно.

**Ключевые слова:** горох посевной, Передняя Азия, континенты, направления и факторы инвазии, инвазионный процесс, натурализация.

## Введение

Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* (L.) – инвазионный чужеродный для Европы и многих других регионов вид насекомых [Weenen, Roques, 2010]; включённый в списки инвазионных чужеродных видов Германии [Geiter et al., 2002], Австрии [Rabitsch, Schuh, 2002], Швейцарии [Kenis, 2005], Чехии [Šefrová, Laštůvka, 2005], Болгарии, Албании, Македонии [Tomov et al., 2009], Греции [Avtzis et al., 2017], Японии [Mito, Uesugi, 2004], России [Справочник..., 2019]. Экономический порог вредоносности (ЭПВ) вида составляет 15–20 жуков/100 взмахов сачком, или 2–3 жука на 1 м<sup>2</sup> в фазу бутонизации гороха. Потери урожая зерна гороха при его повреждении личинками зерновки составляют до 30–40%, на 70–80% снижается всхожесть повреждённых семян, в повреждённом личинками зерне гороха происходит накопление токсичного алкалоида кантаридина, что приводит к отравлению

домашних животных и человека при употреблении в пищу повреждённого зерна. Иными словами, при высокой численности жук наносит ущерб возделыванию гороха, угрожает здоровью человека и домашних животных [Градобоева, Шешегова, 2013]. Гороховая зерновка в европейской части России относится к древним вселенцам (археоинвайдерам). Основной вектор её инвазии – непреднамеренная интродукция при перевозке семян гороха [Справочник..., 2019].

Цель работы – обобщение литературных сведений по распространению, биологии и экологии гороховой зерновки.

## Материалы и методы

В основу работы положен сопряжённый анализ литературных сведений по экологии, биологии, динамике распространения, основных этапов и направлений инвазии гороховой зерновки; обзоров фитосанитарного состоя-

ния посевов гороха в России за 2011–2018 гг. Российского сельскохозяйственного центра. Рассмотрены направления эволюции дикорастущих форм растений рода горох (*Pisum* L.), исторические особенности возделывания и распространения культурных форм гороха посевного (*Pisum sativum* L.). Дана оценка влияния изменений климата, абиотических, биотических и антропогенных факторов на распространение гороховой зерновки.

### Результаты и обсуждение

*V. pisorum* – космополит, узкий олигофаг гороха (*Pisum* spp.), преимущественно гороха посевного. Становление ареала *V. pisorum* в значительной мере связано с происхождением и распространением *P. sativum* [Byrne, 2005]. Нативный ареал этого вида охватывает Восточное Средиземноморье и Переднюю Азию, что совпадает с распространением дикорастущих представителей рода *Pisum*, включающего три вида: горох красно-жёлтый (*Pisum fulvum* Sibth. et Smith), горох посевной (*Pisum sativum* L.) и более скороспелый горох абиссинский (*Pisum abyssinicum* A. Br.) [Townsend, 1968; Davis, 1970; Maxted, Ambrose, 2001; Haddis, Dargie, 2013; Костерин, 2015]. Горох красно-жёлтый – дикорастущий вид, распространённый вдоль восточного побережья Средиземного моря в Ливане, Израиле, Сирии, южных районах Турции, прилегающих к Сирии, заходящий в Малую Азию и Аравию [Говоров, 1937]. Горох абиссинский, эндемичный для Эфиопии и Йемена, где он культивируется наряду с культурным подвидом гороха посевного (*Pisum sativum* L. subsp. *sativum*), морфологически сходен с ним и часто рассматривается как подвид *P. sativum*. В настоящее время гороховая зерновка распространена в Европе (повсеместно), Азии (Турция, Сирия, Ирак, Иран, Таджикистан, Узбекистан, Казахстан, Китай, Индия, Непал, Бангладеш, Корея, Япония), Африке (Северная Африка, Эфиопия, Нигерия, ЮАР), Северной Америке (Канада, США), на Кубе, в Пуэрто-Рико, в Южной Америке (Аргентина, Чили, Перу), Австралии, Новой Зеландии в районах возделывания гороха посевного [Invasive..., 2018]. Горох посевной встречается в диком

состоянии в Передней Азии и Восточном Средиземноморье, в культуре распространён по всему миру, включает два подвида: культурный (*P. sativum sativum* L.) и дикий (*P. sativum elatius* (Bieb.) Schmalh.). Родиной культурного гороха считается Передняя Азия [Костерин, 2017а, б]. Условия для доместикизации гороха посевного сложились в голоцене, менее 12 тыс. лет назад в Передней Азии и прилегающих территориях.

Культура гороха появилась на Ближнем Востоке на современной территории Ливана, Израиля, Сирии, Ирака, юго-востока Турции, юго-запада Ирана и северо-запада Иордании 8 тыс. лет назад. Семена гороха, которые датируются периодом между 7.5 и 5 тыс. лет до н. э., обнаружили при археологических раскопках на территории Греции и Ирака. Впоследствии, культура распространилась на запад (Европа) и на восток (Индия). Горох найден при раскопках Трои и в Центральной Европе, которые относят к периоду 4 тыс. лет до н. э., в Западной Европе и в Индии – 2 тыс. лет до н. э. Сухой горох, который легко было хранить, составлял на протяжении Средневековья один из главных пищевых ресурсов бедных слоёв населения. Появление гороха в Новом Свете связано с именем Х. Колумба, который во время своего первого плавания в 1492 г. привёз его семена в Санто-Доминго. В настоящее время горох посевной возделывают в большинстве стран в Европе, Азии, Африке, Северной и Южной Америке, Австралии. Наибольшие площади заняты горохом в Канаде, Китае, России, Индии, Иране, Украине, США, Австралии, Эфиопии, Франции.

Большинство сортов гороха посевного восприимчивы к гороховой зерновке. Среди сортов *P. fulvum* известны восприимчивые, умеренно устойчивые и устойчивые к этому вредителю. У восприимчивых сортов до проникновения в зёрна гороха погибают около 29%, умеренно устойчивых – 34, устойчивых – 40% отродившихся личинок зерновки, в зёрнах гороха гибнет, соответственно 14, 91 и 100% личинок. У восприимчивых сортов гороха посевного гибель личинок до проникновения в зёрна составляет около 6%, личинок в зёрнах 9% [Clement et al., 2002].

Распространение гороховой зерновки происходит, главным образом, с семенами гороха посевного по мере расширения области его возделывания, что связано с биологическими особенностями этого вредителя. По всему ареалу гороховая зерновка развивается в одном поколении в году с зимовкой имаго в зёрнах гороха или во вторичных укрытиях в почве, подстилке, растительных остатках. Не заражает горох в период его хранения, откладывает яйца на зелёные бобы в полевых условиях, личинки развиваются в зёрнах гороха. После зимовки самцы появляются половозрелыми. Самки для созревания и откладки яиц нуждаются в питании пыльцой, а также лепестками, нектаром, завязью гороха и других бобовых растений [Clement, 1992]. Горох посевной и гороховая зерновка были обнаружены среди интродуцированных в Северную Америку из Европы растительных и энтомологических остатков на юго-восточном побережье полуострова Авалон острова Ньюфаундленд в поселении Ferryland (1621–1673) [Bain, Prévost, 2010]. В приатлантических провинциях Канады (Ontario, Quebec, New Brunswick, Prince Edward Island, Newfoundland, Nova Scotia) и штатах США (Massachusetts, Connecticut, New York, New Hampshire) этот вид относится к адвентивным [Majka, Langor, 2011]. В настоящее время гороховая зерновка как вредитель распространилась во всех провинциях Канады, где возделывается горох, до Британской Колумбии [Campbell et al., 1989]. Она была завезена в США из Европы с сухим горохом в 1628 г. в Массачусетс, где была отмечена как полевой вредитель гороха в 1675 г. [Bain, 1998]. Была обнаружена в Филадельфии и Пенсильвании в 1740, в соседних с ними штатах в 1750 гг. К 1890 г. эта зерновка распространилась в США до западных штатов. Первое упоминание её для штата Монтана относится к 1912 г. [Cooley, 1912], а к 1930 г. она уже относилась к первостепенному вредителю гороха в этом штате [Larson, 1933]. Генетический анализ популяций гороховой зерновки в США показал, что они отличаются большим генетическим разнообразием, сходным с её популяциями в Австралии, Европе и Эфиопии. Это свидетель-

ствует о неоднократных проникновениях жука в США из различных популяций [Scheepers, 2012; Reddy et al., 2017]. В Южной Америке гороховая зерновка относится к вредителям гороха в Чили, где в южных провинциях повреждённость зерна гороха достигает 85% [Olalquiaga, 1953].

В Европе гороховая зерновка как вредитель гороха в полевых условиях впервые отмечена в 1850 г. в Чехии [Beenen, Roques, 2010], в 1852–1853 гг. в Германии и Венгрии [Kollar, 1854], где в настоящее время распространена повсеместно, за исключением наиболее холодных регионов [Burne, 2005; Scheepers, 2012; Stejskal et al., 2014]. По данным музейных коллекций, первые находки гороховой зерновки обнаружены в приокеанических государствах Европы прежде всего в зоне влияния тёплого течения Гольфстрим и в направлении с запада на восток: в Великобритании в 1800 г., во Франции в 1857 г., в Португалии на Азорских островах в 1865 г., в Норвегии в 1888 г., Бельгии в 1917 г., Австрии в 1924 г., в Испании и Германии в 1934 г., в Эстонии в 1951 г., Польше в 1953 г., Швеции в 1962 г. [Global..., 2019].

Первоначальная инвазия гороховой зерновки в Японию относится к 1888 г., её источник – популяции США [Yoshida, 1959, 1990; Mito, Uesugi, 2004]. Она распространена в районах возделывания гороха в Северной и Южной Корее, Китае в Синьцзян-Уйгурском автономном районе [Biology and control..., 1966]. Эта зерновка широко распространена на равнинах и в предгорьях Индии, известна как вредитель в Турции, Ираке, Тунисе, Алжире.

В Южной Африке в Капской провинции гороховая зерновка собрана в 1912–1914 гг. [Global..., 2019], была отмечена как вредитель в 1918 г. [Skaife, 1918]. В Эфиопию *B. pisorum* был интродуцирован в середине 1970-х гг., в полевых условиях отмечен в 1985 г., а в 1992 г. уже относился к важному вредителю гороха в полевых условиях [Esmelealem, Adane, 2007].

В Западной Австралии вид был впервые обнаружен в 1931 г., откуда распространился в умеренных частях этого континента и в 1960 г. повсеместно достиг ЭПВ и превысил его [Waterhouse, Sands, 2001]. Как серьёзный

вредитель *B. pisorum* отмечен в 1936 г., повреждённость зерна гороха личинками зерновки в 1937 г. составляла до 92.5% [Newman, Elliot, 1938]. В Новой Зеландии эта зерновка относится к карантинным видам, неоднократно завозилась с горохом и бобами из Японии в 1970, 1977 гг., Италии в 1972 г., США в 1978 г. [Sommerfeld, 1981]. В апреле 2016 г. зерновка обнаружена в посевах гороха в полевых условиях в юго-восточной части Северного острова (Waigara).

В России область возделывания гороха посевного охватывает зоны степи, лесостепи, широколиственных и смешанных лесов на равнинах, в предгорьях и низкогорьях, где посевные площади под горохом составляют в настоящее время 1.0–1.3 млн га. Посевы гороха занимают наибольшие площади в Северо-Кавказском федеральном округе (Ставропольский край), Центральном (Тамбовская, Орловская, Рязанская области), Южном (Волгоградская, Ростовская области), Приволжском (Саратовская обл., Татарстан, Башкортостан), Уральском (Тюменская обл.), Сибирском (Алтайский край, Омская, Новосибирская области) округах. В Северо-Западном округе горох возделывают в Калининградской, Вологодской, Псковской, Новгородской и Ленинградской областях. В 2018 г. горох впервые возделывали на юге Архангельской обл. в зоне тайги на площади 0.1 тыс. га. Его выращивают во всех областях Центрального, Северо-Кавказского, Приволжского округов, в Южном округе, за исключением Астраханской обл.; Уральском округе, за исключением Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого АО; Сибирском округе, за исключением Республик Алтай и Тыва. Наименьшие площади посевы гороха занимают в Дальневосточном федеральном округе в Приморском крае (0.1–0.3 тыс. га).

Посевные площади гороха в Беларуси составляют 45–90, Украине – 416–436 тыс. га [Тарануха, Камасин, 2009]. Наибольшая численность вредителя отмечается в Брестской, Гомельской, Могилёвской областях и на юго-востоке Минской обл. В Украине гороховая зерновка распространена повсеместно, наиболее многочисленна и вредоносна в пра-

вобережной части в лесостепной и степной зонах [Посылаева и др., 1996].

Гороховая зерновка издавна относилась к серьёзным вредителям гороха в Южной России [Васильев, 1939, 1941], в частности, в Центральном Черноземье и в Воронежской обл. Первые находки её в европейской части России относятся к 1852–1853 гг. [Садовников, 2009].

Статус экономически значимого объекта гороховая зерновка приобрела с середины 1980-х гг., что совпало с распространением поверхностной обработки почвы, которая в меньшей степени обеспечивала гибель насекомого в период окончания развития личинок и куколок в горошинах, остававшихся в виде падалицы после уборки [Шуровенков, Алёхин, 1995]. В настоящее время в Северо-Западном округе данная зерновка обычна в посевах гороха в Калининградской обл., обнаружена также в Псковской обл. и в южных районах Вологодской обл., впервые в 2018 г. зарегистрирована как вредитель гороха в Архангельской обл. [Обзор..., 2019]. *B. pisorum* относится к вредителям гороха во всех областях Центрального, Северо-Кавказского, Приволжского округов, в Южном округе, за исключением Астраханской области.

**Динамика распространения гороховой зерновки в России.** В Центральном округе жук наиболее многочислен и вредоносен в Курской, Орловской, Липецкой, Белгородской, Воронежской, Тамбовской областях, расположенных преимущественно в лесостепной зоне с чернозёмами и серыми лесными почвами. Зерновка обычна в зоне широколиственных лесов в Брянской, Тульской и Рязанской областях; реже встречается в посевах гороха в зоне смешанных лесов в Смоленской, Калужской, Московской, Владимирской, Ивановской областях, в южной части Тверской, Ярославской и Костромской областей (рисунок).

Анализ многолетней динамики повреждённости зерна гороха личинками зерновки в Воронежской области на территории Каменной Степи в 1986–2008 гг. позволяет оценить темпы повышения плотности популяции этого вредителя. Увеличение численности гороховой зерновки особенно явно обозначилось в 1990-е



**Рис.** Современное распространение гороховой зерновки (*Bruchus pisorum*) в субъектах Российской Федерации (по данным Россельхозцентра РФ по защите растений [Обзор..., 2012–2019]). Обилие и вредоносность зерновки: 1 – незначительные, 2 – средние, 3 – высокие.

гг. Более высокие показатели повреждённости зерна личинками зерновки (10–50%) отмечены в 2001–2008 гг. При этом численность жуков в фазу цветения культуры составляла 1.1–3.6 экз./10 взмахов сачком, что ежегодно превышало ЭПВ этого вида. При задержке с севом на 1–2 декады плотность вредителя снижалась в среднем до 0.1–0.3 экз./10 взмахов сачком. Доля же повреждённых зёрен составляла 6–7% [Шпанев, Лаптев, 2015]. В условиях Орловской обл. до 1994 г. гороховая зерновка в посевах гороха не наблюдалась. С 1995 по 2001 г., численность данного вида оставалась на низком уровне (1 экз./25 взмахов сачком), а с 2001 г. по настоящее время происходит нарастание численности вредителя (4 экз./25 взмахов сачком) [Зубарева, 2006].

В Южном округе оптимальные условия для развития гороховой зерновки складываются в степной зоне в Ростовской обл. и Краснодарском крае, менее вредоносна она в степях и засушливых степях Волгоградской обл. и Калмыкии [Обзор..., 2012–2019].

В Приволжском федеральном округе *B. pisorum* наиболее вредоносен в зонах широколиственных лесов, лесостепи и степи

в Татарстане, Башкортостане, Пензенской, Ульяновской, Самарской, Саратовской и Оренбургской областях, обычен в смешанных, широколиственных лесах, лесостепи в Нижегородской обл., в Удмуртии, Марий Эл, Мордовии, Чувашской Республике, реже встречается в южных районах Кировской обл., Пермского края (рисунок). По данным А.Н. Фадеевой [1984], впервые на территории Республики Татарстан (53–57° с. ш., 47–54.5° в. д.) брухус появился в 1980 г. В качестве серьёзного вредителя в Республике Башкортостан (51.5–56.5° с. ш.; 53–60° в. д.) он заявил о себе с 1983 г., одновременно в 5 районах предуральской степной зоны, где в 1993 г. вредитель был обнаружен уже в 22 районах [Шарипов, 1998; Давлетов, 2008]. В настоящее время данный вредитель встречается везде, где в республике возделывается горох [Ганиев и др., 2008]. Иными словами, восточная граница распространения *B. pisorum* в этой части Приволжского федерального округа за три года сместилась к востоку примерно на 350–400 км. В Башкортостане повреждённость зерна гороха личинками зерновки составила в 2004–2007 гг. 11–27% [Вахитова, 2009].

Численность её имаго в фазу бутонизации и цветения гороха составила в 2008 г. 10.4, в 2010 г. – 23–31, в 2014 г. – 14–18 жуков на 10 взмахов сачком [Вахитова, 2015]. В последние годы ареал вида расширяется в Кировской обл., где существенный вред жук стал наносить с 2009 г., особенно в юго-восточной части области, где сосредоточены основные посевы гороха. С годами численность этого фитофага нарастает. Если в 2009–2010 гг. она составляла в среднем 6.6, то в 2012 г. – 10.7 экз./кг зерна [Градобоева, Шешегова, 2013; Обзор..., 2013]. Ограничивают распространение вида в регионе недостаток тепла в период откладки яиц и возделывание гороха преимущественно на зерносеуж и силос, но для семеноводческих и селекционных посевов он представляет опасность, так как жук зимует внутри зерновки. В соседней Республике Марий Эл в 2016 г. вредитель зарегистрирован на 32% посевов гороха с численностью 1.6–10.0 экз./100 взмахов сачком [Обзор..., 2018].

В Уральском округе гороховая зерновка встречается преимущественно в лесостепной и степной зонах, где наиболее вредоносна в Тюменской обл., почти ежегодно отмечается как вредитель на юге Свердловской обл., реже встречается в Курганской и Челябинской областях.

В Сибирском федеральном округе высокая вредоносность данного фитофага почти ежегодно наблюдается в Алтайском крае. В последние годы он становится сравнительно обычным вредителем гороха в Новосибирской, Омской и Кемеровской областях, реже отмечается в Томской обл. В Хакасии, Красноярском крае, Иркутской обл. и в Дальневосточном округе в посевах гороха не отмечен. Возможно присутствие гороховой зерновки на юге Красноярского края, где она была зарегистрирована в конце XIX в. [Аргунов, 1892]. В Сибирском округе основным очагом её вредоносности является Алтайский край, где она как вид встречалась с начала XX в., однако экономическое значение приобрела после 1999 г. В настоящее время широко распространена в равнинной части края в Кулундинской, Приалейской, Приобской левобережной, Бийско-Чумышской пра-

вобережной природно-климатических зонах, чаще встречается в Приобской и Приалейской лесостепи, где отмечается самая высокая доля гороха в структуре посевных площадей [Садовников, 2009]. С 2008 г. посевные площади гороха в Западной Сибири увеличились более чем в два раза, что создало предпосылки для нарастания численности гороховой зерновки также в Омской, Новосибирской, Кемеровской и Томской областях, её распространения с семенами, главным образом, из Алтайского края. В 2012 г. в Новосибирской обл. фитофагом было заселено около 2/3 гороховых полей. В Омской обл. он выявлен в 4 районах; в Томской обл. зарегистрирован на производственных посевах единично [Поддубная, Приданникова, 2013].

По данным И.В. Васильева [1939], заметное продвижение *B. pisorum* на север до 54° с. ш. замечено в 1937 и 1938 гг., когда восточная граница его распространения достигла Челябинска [Берим, Саулич, 2014]. В это время жук был также обнаружен в окрестности Владивостока в Приморском крае, куда, по-видимому, был завезён с зерном гороха [Лукиянович, 1938]. С 1976 г. после наступления потепления климата наблюдалось расширение распространения зерновки в восточном и северо-восточном направлениях, в 1980–1983 гг. она была зарегистрирована в Татарстане, Башкирии, в 2010–2012 гг. – в Кемеровской и Томской областях. С 2008 по 2018 г. произошло незначительное расширение ареала этого инвайдера на север до Архангельской обл. (2018 г.) включительно. Изолированный очаг высокой численности и вредоносности фитофага сформировался в Алтайском крае к 1999 г. Возможно дальнейшее расширение ареала зерновки на север до Ленинградской обл., на восток – до Хакасии, юга Красноярского края, Иркутской обл., Бурятии и Забайкальского края.

**Факторы, влияющие на развитие популяций гороховой зерновки.** На распространение вида в России оказывают влияние абиотические, биотические и антропогенные факторы.

**Абиотические факторы.** Среди абиотических факторов на развитие гороховой зерновки оказывают влияние климат и погодные условия. В зонах степи, лесостепи и широколи-

ственных лесов зимуют жуки в естественных условиях под корой деревьев, среди растительных остатков, в подстилке и в хранилищах. В центральной лесостепи Украины в период уборки урожая зерновка находилась в семенах гороха в стадии куколки (57.9%), личинки 4-го возраста (40.4%), реже 3-го возраста (1.7%) [Кнечунас, 2010]. К концу августа, началу сентября в хранилищах и полевых условиях в падалице в семенах гороха отрождаются жуки. В хранилищах молодые жуки обычно зимуют в семенах в состоянии диапаузы и покидают их в марте – начале апреля. В полевых условиях молодые жуки выходят из семян и зимуют во вторичных укрытиях. В течение зимы в осыпавшемся зерне (на поверхности почвы и под растительными остатками) погибает лишь 12.8–29.3% жуков гороховой зерновки, а при запахивании заселённых вредителем зёрен смертность фитофага возрастает до 86.2–97.8%. Критическим периодом, влияющим на развитие вредителя, являются две декады после уборки гороха. Если в это время стоит влажная погода ( $ГТК \geq 1$ ), то почва уплотняется, падалица зерна набухает и личинки или куколки в зерне погибают. В южных районах Центрально-Чернозёмной зоны в условиях жаркой погоды личинки успевают закончить развитие в падалице, окукливаются, а молодые жуки мигрируют в лесополосы, где перезимовывают под растительными остатками [Алёхин, Иванова, 2007]. В зоне смешанных лесов и южной тайги зерновка обычно не успевает завершить развитие к уборке гороха, и к наступлению неблагоприятного периода в этих условиях у нее зимуют личинки и имаго, не закончившие питание личинки при этом погибают. В США до 87% имаго зерновки перезимовывают в природных условиях [Whitehead, 1930]. К ограничивающему фактору в период зимовки *B. pisorum* относятся низкие зимние температуры ( $-9.5 \dots -17 \text{ }^\circ\text{C}$ ) и небольшая глубина снежного покрова. В Кировской обл. при температуре ниже  $-16 \text{ }^\circ\text{C}$  и отсутствии снегового покрова или его малой мощности жуки и личинки в полевых условиях не перезимовывают. Внутри горошин жуки и личинки переносят более низкие температуры.

Хранение зерна при температуре до  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  сохраняет жизнеспособность всех стадий вредителя. Их гибель наступает при температуре ниже  $-27 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение 5–7 дней, а ниже  $-21 \text{ }^\circ\text{C}$  на 12-е сутки [Васильев, 1941; Градобоева, Шешегова, 2013]. На юге Архангельской обл. минимальная температура января составляет около  $-19$ , февраля  $-17 \text{ }^\circ\text{C}$ , где единственным источником поддержания развития гороховой зерновки являются заражённые семена в условиях хранилища. Жуки вылетают весной при температуре около  $15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Нижний порог развития зерновки –  $10\text{--}11 \text{ }^\circ\text{C}$ ; сумма эффективных температур, необходимая для полного развития вредителя, составляет в Беларуси  $560 \text{ }^\circ\text{C}$ , в лесостепи Украины около  $670 \text{ }^\circ\text{C}$ . На посевах гороха жуки появляются в период бутонизации, в течение 1–2 недель они питаются на цветках гороха и приступают к откладке яиц на створки зелёных бобов [Кнечунас, 2010; Градобоева, Шешегова, 2013]. В период откладки яиц и отрождения личинок к ограничивающим факторам относятся прохладная погода и ливневые осадки, которые способствуют гибели отрождающихся личинок, что наблюдалось в 2011 г. в Карачаево-Черкесии, в 2016 г. в Пензенской обл. [Обзор..., 2012, 2017]. Расширение ареала гороховой зерновки в России в значительной мере связано также с общим потеплением климата, темпы которого намного превышают средние по земному шару. Средняя скорость роста среднегодовой температуры на территории России в 1976–2018 гг. составила около  $0.5 \text{ }^\circ/10$  лет, что в 2.5 раза больше скорости роста глобальной температуры за этот же период. 2016 и 2018 гг. в целом для земного шара оказались среди четырёх самых тёплых за период наблюдений со второй половины XIX в. При этом температура над сушей была выше нормы на  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  [Доклад..., 2019]. При этом зима становится теплее, что благоприятно для развития и распространения зерновки.

**Биотические факторы.** Среди биотических факторов на численность и распространение *B. pisorum* оказывают влияние внутривидовая конкуренция, устойчивость сортов гороха к зерновке и её взаимоотношения с хищниками

и паразитами. Личинки жука развиваются в семенах гороха в полевых условиях, где не имеют конкурентов. Не известны другие внутрисеменные вредители гороха. Независимо от количества яиц, отложенных на створки бобов, и отродившихся личинок в одном зерне гороха завершает развитие только одна личинка. Потенциальная численность зерновки не может превышать количества зёрен в бобах гороха. Количество семян в бобах гороха обычно 5–8, плодовитость самок гороховой зерновки чаще 70–220 яиц. Количество яиц, отложенных самками на створки одного боба, составляет от 1 до 45, реже до 116 [Васильев, 1941]. Интенсивная откладка яиц составляет 10–15 дней, общая продолжительность откладки яиц – до 60 дней. Однако с увеличением площадей посевов гороха влияние этого фактора снижается, так как имаго зерновки при питании после зимовки и откладке яиц способны перелетать на расстояния до 2–7 км [Васильев, 1939; Градобоева, Шешегова, 2013].

К основным естественным факторам устойчивости гороха к гороховой зерновке относятся: одревеснение пергаментного слоя створок бобов гороха ко времени отрождения личинок, препятствующего их внедрению в бобы; повышенное содержание белка в зрелом зерне; высокая концентрация фенольных соединений в створках бобов и семенной кожуре [Малаханов, 1985; Шапиро и др., 1987; Зубарева, 2005]; деление клеток в местах прикрепления яиц зерновки на створках бобов гороха под влиянием специфических регуляторов роста брухинов, что приводит к развитию опухолевидных разрастаний из недифференцированных клеток и препятствует проникновению личинок в бобы [Berdnikov et al., 1992; Doss et al., 2000]. Степень одревеснения пергаментного слоя створок бобов у устойчивых к зерновке сортов гороха колеблется от 85 до 100%, у восприимчивых — от 59 до 75% [Зубарева, 2006]. Генномодифицированные линии гороха посевного содержат ген ингибитор  $\alpha$ -амилазы, блокирующий её активность в кишечнике личинок зерновки, что препятствует перевариванию пищи и вызывает их постепенную гибель от голода [Morton et al., 2000]. В

условиях теплицы у одних и тех же образцов гороха посевного установлена различная степень повреждённости семян в зависимости от их цвета. Семена кремового цвета были более восприимчивы к повреждению личинками зерновки по сравнению с семенами зелёного цвета. Семена кремового цвета имели более крупные семядоли и более тонкую семенную оболочку. Повреждённость семян кремового цвета составляла 45–80, зелёного – 5–35% [Gari, 2015]. К косвенным факторам устойчивости гороха к гороховой зерновке относятся несовпадения фенологических особенностей развития гороха и зерновки, размеры бобов. Чем короче и раньше период цветения гороха и меньше длина бобов, тем меньше количество отложенных на них яиц и ниже повреждённость зерна гороха личинками зерновки [Nikolova, Georgieva, 2015]. У высокоустойчивых сортов гороха повреждённость семян личинками составляет менее 5%, у устойчивых сортов – 6–10, слабовосприимчивых – 11–49, средневосприимчивых – 50–75, сильновосприимчивых – более 75% [Борзенкова, 2012]. Возделывание устойчивых к зерновке сортов гороха снижает её вредоносность и скорость распространения.

Среди энтомофагов на яйцах *B. pisorum* в европейской части России наиболее эффективен паразит яиц *Uscana senex* Grese (Trichogrammatidae). Зимует в фазе взрослой личинки внутри яиц зерновки. В течение года на посевах бобовых даёт до 6 генераций. *Dinarmus laticeps* (Ash.) (Pteromalidae), *Eupelmus microzonus* Först. (Eupelmidae), *Triaspis thoracica* Curt. (Braconidae) паразитируют на личинках гороховой зерновки. *T. thoracica* заражает до 80% личинок зерновки младших возрастов [Хролинский, Малаханов, 1979]; *U. senex* – до 70% яиц жука [Карпова, 1950].

**Антропогенные факторы.** К антропогенным факторам распространения гороховой зерновки относятся влияние размеров и размещения посевных площадей гороха, технологии его возделывания и хранения. В России в 2017–2018 гг. посевные площади гороха увеличились в 2.0–2.1 раза, а валовые сборы

его зерна в 1.8–2.6 раза по сравнению с 2001 г., что способствовало увеличению кормовой базы вредителя.

Увеличению численности и вредоносности зерновки способствует возрастание доли небольших по размерам посевных полей гороха, предпочитаемых ею. В Каменной Степи Воронежской обл. на небольших по площади полях (менее 2 га) доля повреждённых зёрен гороха варьировала в пределах 20–50%. На крупных массивах гороха повреждённость зёрен личинками не превышала 10%. Однако, на больших полях высокая повреждённость гороха личинками наблюдается в краевой (25–30 м) зоне [Шпанев, Лаптиев, 2015]. В 2010–2017 гг. в России горох возделывали преимущественно сельскохозяйственные организации на больших площадях. На долю небольших по размерам полей гороха, возделываемого крестьянско-фермерскими хозяйствами (КФХ) и индивидуальными предпринимателями (ИП) приходилось менее 1% его общей посевной площади (3.3–6.8 тыс. га). Однако, в 2018 г. доля небольших полей гороха, возделываемого КФХ и ИП резко увеличилась до 222 тыс. га и составила 20.7% от общей площади посевов гороха.

Широкое распространение нулевой и минимальной обработки почвы с середины 1980-х гг. способствовало меньшей гибели личинок и куколок в период окончания их развития в зёрнах падалицы и зимующих жуков по сравнению со вспашкой. В Центрально-Чернозёмной зоне при заделке падалицы гороха, заражённой личинками зерновки, на глубину 5 см к осени выход жуков составил 91%, на 10 см – 78, на 15 см – 58 и на 20 см – 16% [Иванова, 2009]. В Воронежской обл. экспериментально установлено, что 82% молодых жуков способны выйти на поверхность почвы с глубины 5 см, при заделке падалицы на глубину более 10 см они, как правило, погибают [Алехин, Иванова, 2010].

Существенное влияние на численность и вредоносность гороховой зерновки оказывают сроки сева гороха. В оптимальной для развития *B. pisorum* Центрально-Чернозёмной зоне при ранних сроках сева гороха повреждённость его

зёрен личинками жука составляет в среднем 4.8, при средних – 6.2, при поздних сроках – 8.2% [Иванова, 2009]. В США и Австралии, напротив, данным фитофагом в наибольшей степени повреждаются посевы гороха ранних, а в наименьшей – поздних сроков сева [Васильев, 1941].

Хранение заражённых зерновкой семян гороха в хранилищах и их последующий посев, а также транспортировка и посев заражённого посевного материала – важный фактор распространения и поддержания численности популяций зерновки в более северных районах с неблагоприятными полевыми условиями для её зимовки.

### Выводы

1. Нативный ареал гороховой зерновки (*Bruchus pisorum*) в значительной мере совпадает с областью естественного распространения её кормовых растений: гороха посевного (*Pisum sativum*) и красно-жёлтого (*P. fulvum*).

2. Условия для домостикации гороха посевного и распространения его вредителя на новые территории сложились в голоцене, менее 12 тыс. лет назад в Передней Азии и прилегающих территориях. Современный ареал фитофага охватывает большую часть регионов культурного возделывания *P. sativum*.

3. В Европе гороховая зерновка как вредитель гороха получила распространение, по меньшей мере, с начала XVII в., в Северной Америке – с середины XVII в.; в Южной Африке – с 1912–1914 гг., в Эфиопии – с середины 1970-х гг., в Японии – с 1888 г., в Австралии – с 1931 г., в Новой Зеландии – с 2016 г.

4. В России к 1937, 1938 гг. распространение зерновки на север достигло 54° с. ш. С 1976 г. наблюдалось расширение её ареала в восточном и северо-восточном направлении. В 1980–1983 гг. она была зарегистрирована в Татарстане и Башкирии, в 2010–2012 гг. – в Кемеровской и Томской областях, в 2018 г. в Архангельской обл. Изолированный очаг высокой численности и вредоносности фитофага сформировался в Алтайском крае к 1999 г. Возможно дальнейшее расширение ареала на север до Ленинградской обл., на восток – до

Хакасии, юга Красноярского края, Иркутской обл., Бурятии и Забайкальского края.

5. К абиотическим факторам, ограничивающим распространение гороховой зерновки, относятся низкие зимние температуры при её зимовке в полевых условиях (ниже  $-9.5^{\circ}$ ...  $-17^{\circ}$  C) и в хранилищах (ниже  $-20^{\circ}$  C), малая мощность снежного покрова в период зимовки, ливневые осадки и прохладная погода в период откладки яиц и отрождения личинок. Расширению ареала вида в России способствует общее потепление климата, с 1976 г. зима становится теплее, что благоприятно для развития и перезимовки зерновки.

6. Биотические факторы, благоприятствующие распространению зерновки, – это отсутствие конкурентов, развивающихся в семенах гороха в полевых условиях, увеличение площадей посевов гороха, восприимчивость большинства сортов гороха посевного к гороховой зерновке, способность её имаго перелетать на значительные расстояния (2–7 км) в поисках кормовых растений. Ограничивают численность фитофага выживание в одном зерне гороха только одной личинки, возделывание устойчивых сортов, высокая численность энтомофагов.

7. К антропогенным факторам распространения гороховой зерновки относятся влияние размеров и размещения посевных площадей гороха, технологии его возделывания и хранения. Увеличению численности и вредоносности зерновки способствует возрастание доли небольших по размерам посевных полей гороха, широкое распространение нулевой и минимальной обработки почвы, поздние сроки сева гороха.

8. Хранение заражённых зерновкой семян гороха в хранилищах и их последующий посев, а также транспортировка и посев заражённого посевного материала – важный фактор распространения и поддержания численности популяций гороховой зерновки в более северных районах с неблагоприятными полевыми условиями для её зимовки.

## Финансирование работы

Исследования проведены в рамках государственного задания по теме 0665-2019-0014 Лаборатории фитосанитарной диагностики и прогнозов Всероссийского НИИ защиты растений «Инвентаризация, мониторинг и картирование биологического разнообразия в агроландшафтах и агроэкосистемах с учётом меняющихся условий», № ААА-А-А16-116080510098-1.

## Конфликт интересов

Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

## Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных автором.

## Литература

- Алехин В.Т., Иванова И.Н. Гороховая зерновка в ЦЧР // Защита и карантин растений. 2007. № 6. С. 28–29.
- Алехин В.Т., Иванова И.Н. Тактика борьбы с вредителями гороха // Защита и карантин растений. 2010. № 4. С. 52–54.
- Аргунов П. Очерки сельского хозяйства Минусинского края: Объяснительный каталог сельскохозяйственно-го отдела музея. Казань: Типография Н.А. Ильешенко, 1892. 100 с.
- Берим М.Н., Саулич М.И. Вредители сельскохозяйственных культур. Ареал и зоны вредоносности *Bruchus pisorum* L. // Агроэкологический атлас России и сопредельных стран. 2014 // ([www.agroatlas.ru](http://www.agroatlas.ru)). Проверено 10.09.2019.
- Борзенкова Г.А. Иммунологическая оценка источников зернобобовых культур на устойчивость к вредителям и болезням в свете развития научного наследия Н.И. Вавилова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». 2012. № 4. С. 37–45.
- Васильев И.В. Происхождение и мировое распространение гороховой зерновки (*Bruchus pisorum* L.) // Вестник защиты растений. 1939. № 1. С. 44–45.
- Васильев И.В. Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* L.) // Вестник защиты растений, 1941. № 1. С. 27–35.
- Вахитова Р.К. Повреждаемость сортообразцов гороха брехусом (*Bruchus pisorum* L.) в условиях Республики Башкортостан // Вестник Орловского государственного университета. 2009. № 6. С. 99–102.

- Вахитова Р.К. Формирование урожая гороха посевного в зависимости от элементов технологии возделывания в условиях Предуралья Республики Башкортостан: Дис. ... канд. с.-х. наук. Уфа, 2015. 167 с.
- Ганиев М.М., Недорезков Х.Г., Шарипов В.Д. Вредители и болезни зерна и зернопродуктов при хранении. М.: КолосС, 2008. 208 с.
- Говоров Л.И. Горох // Культурная Флора СССР. Т. 4. Зерновые бобовые. М.; Л.: Гос. изд-во совхоз. и колх. лит-ры, 1937. С. 229–336.
- Градобоева Т.П., Шешегова Т.К. Гороховая зерновка в Нечернозёмной зоне // Защита и карантин растений. 2013. № 8. С. 37–39.
- Давлетов Ф.А. Селекция неосыпающихся сортов гороха в условиях Южного Урала. Уфа: Гилем, 2008. 236 с.
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2018 год. М.: Росгидромет, 2019. 79 с.
- Зубарева К.Ю. Фенольные соединения – элемент защиты растений от гороховой зерновки // Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Орел: Орловский ГАУ, 2005. С. 141–143.
- Зубарева К.Ю. Структурно-биохимические особенности *Pisum sativum* L., определяющие их устойчивость к *Bruchus pisorum* L.: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2006. 24 с.
- Иванова И.Н. Агрэкологическое обоснование защиты посевов гороха от вредителей в Центральном Черноземье: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Воронеж, 2009. 23 с.
- Карпова А.И. Перспективы биологического метода борьбы с гороховой зерновкой при помощи яйцеда *Lathromeris senex* Grese (Hymenoptera, Trichogrammatidae). Энтомологическое обозрение. 1950. Т. 31, вып. 1–2. С. 54–62.
- Кнечунас С.В. Основные вредители генеративных органов гороха и контроль их численности в Центральной Лесостепи Украины: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Киев, 2010. 20 с.
- Костерин О.Э. Перспективы использования диких сородичей в селекции гороха (*Pisum sativum* L.) // Вавилонский журнал генетики и селекции. 2015. Т. 19. № 2. С. 154–164.
- Костерин О.Э. Горох абиссинский (*Lathyrus schaeferi* Kosterin nom. nov. pro *Pisum abyssinicum* A. Br.) – проблематичный таксон // Вавилонский журнал генетики и селекции. 2017а. Т. 21. № 2. С. 158–169.
- Костерин О.Э. Эволюция и геогеография дикорастущих форм рода горох (*Pisum* L.): Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 2017б. 32 с.
- Лукьянович Ф.К. Значение и задачи изучения кормовых отношений растительноядных насекомых // Защита растений. 1938. Вып. 17. С. 15–24.
- Малаханов Ю.А. Полевая оценка сортов гороха на устойчивость к гороховой зерновке // Бюллетень ВИЗР. 1985. № 61. С. 72–78.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2011 году и прогноз развития вредных объектов в 2012 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2012. С. 150–172.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2012 году и прогноз развития вредных объектов в 2013 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2013. С. 223–242.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2013 году и прогноз развития вредных объектов в 2014 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2014. С. 303–327.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2014 году и прогноз развития вредных объектов в 2015 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2015. С. 345–374.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2016. С. 509–537.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2016 году и прогноз развития вредных объектов в 2017 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2017. С. 392–419.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2017 году и прогноз развития вредных объектов в 2018 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2018. С. 422–467.
- Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году. Вредители и болезни зернобобовых культур / ФГБУ «Российский сельскохозяйственный центр». М., 2019. С. 399–444.
- Поддубная Е.Н., Приданникова Е.Б. Защита гороха от вредных организмов в Западной Сибири // Защита растений и карантин. 2013. № 6. С. 18–20.
- Посылаева Г.А., Сергиенко А.Н., Рагулина А.В., Куценко А.А. Адаптивные способности биосистемы «горох – зерновка» // Известия Харьковского энтомологического общества. 1996. Т. 4, вып. 1–2. С. 137–139.
- Садовников Г.Г. Биологические особенности, распространённость, вредоносность и разработка мер

- борьбы с гороховой зерновкой (*Bruchus pisorum* L.) в Алтайском крае: Автореф. ... дис. канд. с.-х. наук. Курган, 2009. 22 с.
- Справочник по чужеродным жесткокрылым европейской части России / Сост. М.Я. Орлова-Беньковская. Ливны: Издатель Мухаметов Г.В., 2019. 550 с.
- Тарануха В.Г., Камасин С.С. Горох: значение, биология, технология: Научно-методическое пособие. Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2009. 56 с.
- Фадеева А.Н. Формирование урожая гороха в условиях Татарии // Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур в Татарской АССР. Казань, 1984. С. 55–59.
- Хролинский, Л.Г., Малаханов Ю.А. Триапис и гороховая зерновка // Защита растений. 1979. № 10. С. 39.
- Шапиро И.Д., Вилкова Н.А., Шустер М.М., Малаханов Ю.А. Усовершенствованные методические указания по оценке устойчивости образцов гороха к гороховой зерновке. М.: ВАСХНИЛ; ВИЗР, 1987. 25 с.
- Шарипов Х.Г. Зерновка – вредитель гороха // Сельские узоры. 1998. № 2. С. 15.
- Шпанев А.М., Лаптев А.Б. Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* L.) в Каменной Степи Воронежской области // Вестник защиты растений. 2015. № 4(86). С. 36–40.
- Шуровенков Ю.Б., Алёхин В.Т. И снова о роли агротехники // Защита растений. 1995. № 9. С. 8–12.
- Avtzis D.N., Coyle D.R., Christopoulos V., Roques A. Biological invasions, national borders, and the current state of non-native insect species in Greece and the neighbouring Balkan countries // Bulletin of Insectology. 2017. Vol. 70. No. 2. P. 161–169.
- Bain A. A seventeenth-century beetle fauna from Colonial Boston // Historical Archaeology. 1998. Vol. 32. No. 3. P. 38–48.
- Bain A., Prévost M.-A. Environmental Archaeology and Landscape Transformation at the Seventeenth-Century Ferryland Site, Newfoundland // Historical Archaeology. 2010. Vol. 44. No. 3. P. 21–35.
- Beenen R., Roques A. Leaf and Seed Beetles (Coleoptera, Chrysomelidae). Chapter 8.3. In: Roques A. et al. (eds). Alien terrestrial arthropods of Europe // BioRisk. 2010. Vol. 4. No. 1. P. 267–292.
- Berdnikov V.A., Trusov Y.A., Bogdanova V.S., Kosterin O.E., Rosov S.M., Nedel'kina S.V., Nikulina Y.N. The neoplastic pod gene (Np) may be a factor for resistance to the pest *Bruchus pisorum* L. // Pisum Genetics. 1992. Vol. 24. P. 37–39.
- Biology and control of the pea weevil in Lotien, Hupen // Acta Entomologica Sinica. 1966. Vol. 15. No. 4. С. 288–293.
- Byrne O.M.T. Incorporation of pea weevil resistance from wild pea (*Pisum fulvum*) into cultivated field pea (*Pisum sativum*): Diss. ... Doctor of Philosophy. Perth, Australia, 2005. 135 p.
- Campbell J.M., Sarazin M.J., Lyons D.B. Canadian beetles (Coleoptera) injurious to crops ornamentals, stored products and buildings // Agriculture Canada, Research branch. 1989. Publication 1826. 491 p.
- Clement S.L. On the function of pea flower feeding by *Bruchus pisorum* // Entomologia Experimentalis et Applicata. 1992. Vol. 63. No. 2. P. 115–121.
- Clement S.L., Hardie D.C., Elberson L.R. Variation among Accessions of *Pisum fulvum* for Resistance to Pea Weevil // Crop Science. 2002. Vol. 42. P. 2167–2173.
- Cooley R.A. Ninth annual report of the state entomologist of Montana // Bulletin of the Montana Agricultural Experiment Station. 1912. Vol. 88. P. 85–106.
- Davis H. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol. 3. Edinburgh, 1970. 302 p.
- Doss R.P., Oliver J.E., Proebsting W.M., Potter S.W., Kuy S., Clementi S.L., Williamson R.T., Carney J.R., De Vilbiss E.D. Bruchins: Insect-derived plant regulators that stimulate neoplasm formation // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2000. Vol. 97. No. 11. P. 6218–6223.
- Esmelealem M., Adane T. Effect of harvesting and threshing time and grain fumigation of field // In: Proceedings of the 2nd Annual Regional Conference on Completed Crops Research Activities, 18–21 September 2007. Bahir Dar, Ethiopia, 2007. P. 109–120.
- Gari A.T. Pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) Resistance and Genetic Diversity in Field Pea (*Pisum sativum* L.): Doctoral Thesis Swedish University of Agricultural Sciences. Alnarp, 2015. 38 pp.
- Geiter O., Homma S., Kinzelbach R. Bestandsaufnahme und Bewertung von Neozoen in Deutschland. Berlin, 2002. 173 S.
- Global Biodiversity Information Facility (GBIF), 2019. Электронный ресурс // (<https://www.gbif.org/occurrence/search?q=Bruchus%20pisorum>). Проверено 10.09.2019.
- Haddis Y., Dargie T. Characterization of dekokko (*Pisum sativum* var. *abyssinicum*) accessions by qualitative traits in the highlands of Southern Tigray, Ethiopia // African Journal of Plant Science. 2013. 7(10). P. 482–487.
- Invasive Species Compendium, 2018. CAB International // (<http://www.cabi.org/isc>). Проверено 10.09.2019.
- Kenis M. 4. Insects – Insecta. In: Wittenberg R. (ed.). An inventory of alien species and their threat to biodiversity and economy in Switzerland // CABI Bioscience Switzerland Centre report to the Swiss Agency for Environment, Forests and Landscape, 2005. P. 131–212.
- Kollar V. Über die Lebensweise von *Bruchus pisi* und seine Schädlichkeit // Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. 1854. Band IV. S. 27–30.
- Larson A.O., Brindley T.A., Hinman F.G. The local dispersal of the pea weevil // Journal of Economic Entomology. 1933. Vol. 26. P. 1063–1068.
- Majka C., Langor D. The Bean Weevils (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae) of Atlantic Canada // Journal of the Acadian Entomological Society. 2011. Vol. 7. P. 75–82.
- Maxted N., Ambrose M. Peas (*Pisum* L.). In: Maxted N., Bennett S.L. (eds.). Plant Genetic Resources of

- Legumes in the Mediterranean // Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. Vol. 39. P. 181–190.
- Mito T., Uesugi T. Invasive Alien Species in Japan: The Status Quo and the New Regulation for Prevention of their Adverse Effects // Global Environmental Research. 2004. Vol. 8. No. 2. P. 171–191.
- Morton R.L., Schroeder H.E., Bateman K.S., Chrispeels M.J., Armstrong E., Higgins, T.J.V. Bean  $\alpha$ -amylase inhibitor 1 in transgenic peas (*Pisum sativum*) provides complete protection from pea weevil (*Bruchus pisorum*) under field conditions // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2000. Vol. 97. No. 8. P. 3820–3825.
- Newman L.J., Elliot H.G. The pea weevil, *Bruchus pisorum* (L.) // Journal of agriculture of Western Australia. 1938. Vol. 15. P. 156–158.
- Nikolova I.M., Georgieva N.A. Evaluation of damage caused by *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Chrysomelidae) on some parameters related to seed quality of pea forage cultivars (*Pisum sativum* L.) // Journal of Central European Agriculture. 2015. Vol. 16. No. 3. P.330–343.
- Olalquiaga G. Pests of edible legumes in Chile // FAO plant protection Bulletin. 1953. Vol. 11. P. 166–168.
- Rabitsch W., Schuh R. Käfer (Coleoptera) // In: Essl F., Rabitsch W. (eds.). Neobiota in Österreich. Wien: Umweltbundesamt, 2002. P. 324–346.
- Reddy G. V.P. Sharma A., Gadi R.L. Biology, Ecology, and Management of the Pea Weevil (Coleoptera: Chrysomelidae) // Annals of the Entomological Society of America. 2017. Vol. 20. No. 10. P. 1–11.
- Scheepers L.C. Genetic origins of the introduced pea weevil (*Bruchus pisorum*) population in Ethiopia: Dis. submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Magister Scientiae in the Faculty of Natural and Agricultural Sciences Department of Genetics. Bloemfontein, South Africa: University of the Free State, 2012. 97 p.
- Šefrová H., Laštůvka Z. Catalogue of alien animal species in the Czech Republic // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2005. Vol. 53. No. 4. P. 151–170.
- Skaife S.H. Pea and Bean Weevils // Bulletin of the Department of Agriculture of the Union of South Africa, Pretoria. 1918. No. 12. P. 1–32.
- Somerfield K.G. Recent aspects of stored product entomology in New Zealand // New Zealand Journal of Agricultural Research. 1981. Vol. 24. P. 403–408.
- Stejskal V., Aulicky R., Kucerova Z. Pest control strategies and damage potential of seed-infesting pests in the Czech stores – a review // Plant Protection Science. 2014. Vol. 50. P. 165–173.
- Tomov R., Trencheva K., Trenchev G., Cota E., Ramadhi A., Ivanov B., Naceski S., Papazova-Anakieva I., Kenis M. Non-indigenous insects and their threat to biodiversity and economy in Albania, Bulgaria and Republic of Macedonia. Sofia; Moscow: Pensoft publ., 2009. 112 p.
- Townsend C. Contribution to the flora of Iraq. V. Notes on Leguminosales // Kew Bulletin. Official Journal of the Royal Botanic Gardens. 1968. Vol. 2. P. 435–458.
- Waterhouse D.F., Sands D.P.A. Classical Biological control of arthropods in Australia // In: Australian Centre for International Agricultural Research. Monograph Series. Canberra, 2001. No. 77. 559 p.
- Whitehead F.E. The pea weevil problem // Journal of Economic Entomology. 1930. Vol. 23. P. 398–401.
- Yoshida T. 1959. Local distribution of the eggs of the pea weevil, *Bruchus pisorum* L. // Natural Science. 1959. Vol. 6. P. 11–21.
- Yoshida T. Historical review of bruchid studies in Japan // In: Fujii K., Gatehouse A.M.R., Johnson C.D., Mitchel R., Yoshida T. (eds.). Bruchids and Legumes: Economics, Ecology and Coevolution. Kluwer, Dordrecht, 1990. P. 1–24.

---

# DISTRIBUTION AND BIOLOGY OF INVASIVE SPECIES OF PEA WEEVIL (*BRUCHUS PISORUM*)

© 2019 Kaplin V.G.

All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg-Pushkin 196608, Russia.  
e-mail: [ctenolepisma@mail.ru](mailto:ctenolepisma@mail.ru)

The review of literary sources on ecology, biology, distribution of pea weevil and its main food plant – *Pisum sativum*, the influence of abiotic biotic and anthropogenic factors on the invasive process, phytosanitary condition of pea crops in Russia is presented. The main stages and areas of cultivation of pea and invasion of pea weevil from their primary habitat in Western Asia are traced; the factors and reasons causing them are considered. In Russia, the economic importance of pea weevil has increased since the mid-1980s, which coincided with the spread of no-till and minimum tillage, climate warming, and a decrease in the size of farms. There was an expansion of its spread in the Eastern and North-Eastern directions. Insulated hearth of high density and harmfulness of the weevil was formed in the Altai region in 1999. In 1980–1983 pea weevil was registered in Tatarstan, Bashkiria, in 2010–2012 – in the Kemerovo and Tomsk regions. From 2008 to 2018 there was an expansion of the range of this invader to the North up to the Arkhangelsk region inclusive.

**Key words:** *Pisum sativum*, Western Asia, continents, directions and factors of invasion, invasive process, naturalization.