

УДК 632.76 : 635.656

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ И ВРЕДНОСНОСТЬ ГОРОХОВОЙ  
ЗЕРНОВКИ *BRUCHUS PISORUM* (L.) (COLEOPTERA, BRUCHIDAE)  
В ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ**

© 2019 г. В. Г. Каплин,<sup>1\*</sup> А. И. Катюк,<sup>2\*\*</sup> В. Г. Васин,<sup>3\*\*\*</sup>  
О. А. Белоусова,<sup>3\*\*\*\*</sup> А. В. Васин<sup>3\*\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений  
шоссе Подбельского, 3, С.-Петербург–Пушкин, 196608 Россия  
\*e-mail: ctenolepisma@mail.ru

<sup>2</sup> Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова  
ул. Карла Маркса, 41, пос. Безенчук, Самарская обл., 446254 Россия  
\*\*e-mail: Samniish@mail.ru

<sup>3</sup> Самарский государственный аграрный университет  
ул. Учебная, 2, пос. Усть-Кинельский, Самарская обл., 446442 Россия  
\*\*\*e-mail: rast.ssaа@yandex.ru, \*\*\*\*e-mail: olesea-163@mail.ru, \*\*\*\*\*e-mail: vasin\_av@rambler.ru

Поступила в редакцию 02.11.2018 г.

После доработки 20.05.2019 г.

Принята к публикации 20.05.2019 г.

Цель исследований – обобщение данных о сезонном развитии и плодовитости гороховой зерновки, ее вредности и влиянии на химический состав зерна, об устойчивости гороха к зерновке, анализ показателей продуктивности гороха и степени поврежденности зерна гороха личинками зерновки в зависимости от приемов его возделывания в лесостепи Самарской обл. Исследования проводились в 2005–2007 гг. в окр. пос. Усть-Кинельский, пос. Безенчук и в Безенчукском р-не в 1989–2003 гг. в южной части лесостепной зоны общепринятыми методами в мелкоделяночных, полевых опытах и в производственных посевах. Материал обработан статистически с применением дисперсионного и корреляционного анализов. Чем быстрее протекает развитие и созревание гороха, тем короче период развития на нем зерновки. Продолжительность дополнительного питания имаго пылью гороха до откладки яиц в среднем составляла  $18 \pm 3$ , развития яиц –  $8 \pm 2$ , личинок –  $36 \pm 5$ , куколок –  $23 \pm 3$ , поколения в целом от яйца до имаго –  $66 \pm 8$  дней при сумме положительных температур за период развития около  $1350^\circ\text{C}$ . В лабораторных опытах наибольшая плодовитость самок гороховой зерновки наблюдалась при дополнительном питании имаго на восприимчивых лущильных сортах гороха. На более устойчивых овощных и мелкозерных сортах она снижалась в 2–2.5 раза. В полевых условиях наибольшее количество жуков в период цветения гороха и яиц, отложенных на формирующиеся бобы, отмечено на детерминантных сортах с ограниченным ростом стеблей. Чем короче период вегетации, меньше продолжительность цветения гороха и длина бобов, тем меньше повреждается горох зерновкой. Среди испытанных сортов гороха посевного высокую устойчивость к гороховой зерновке с поврежденностью семян личинками менее 1 % проявили листочковый сорт зеленого горошка Selvay (США), усатый сорт Усач интенсивный, образцы местных форм гороха Всероссийского института растениеводства (ВИР): 6559 (Афганистан), 2380 (Грузия) и Ахалкалак-

ский (Грузия). К сравнительно устойчивым относились листочковые сорта New Slasan normal, Тулунский зеленый, Титан, усатый сорт Витязь, образцы местной формы гороха ВИРа 1923 (Грузия), гороха полевого Орпела, подвида *Pisum sativum elatius* (Палестина), поврежденность семян которых личинками зерновки составляла 1.1–4.5 %. Поврежденность семян гороха личинками зерновки тем выше, чем меньше осадков выпало в период вегетации гороха (май–июль) ( $r = -499$ ). Поврежденность зерен личинками зерновки в относительно крупных бобах была в 1.2 раза больше, чем в средних, и в 1.9 раза, чем в мелких. Средняя поврежденность семян гороха у восприимчивых сортов нарастала от 2–4 % в 1998 и 1999 гг. до 64 % в 2002 г. и затем снижалась до 12 % в 2007 г. В полевых условиях при посеве семян, не поврежденных личинками зерновки, потери урожайности зерна и вредоносность гороховой зерновки зависят от массы и количества поврежденных зерен. Масса поврежденных зерен гороха уменьшалась на 16–24 % по сравнению с неповрежденными, а потери урожайности зерна составили 2–13 %. Высокая вредоносность гороховой зерновки обусловлена низкой полевой всхожестью семян гороха, поврежденных личинками зерновки. Полевая всхожесть поврежденных семян была на 44–85 % меньше, чем при посеве неповрежденных семян. Разреженность всходов гороха из поврежденных семян способствовала увеличению площади питания растений и уменьшению их высоты при возрастании количества бобов и среднего числа зерен на растении по сравнению с посевом неповрежденных семян. Биологическая урожайность зерна гороха в опыте с посевом поврежденных семян уменьшалась на 48–92 %. В поврежденных личинками зерновки зернах гороха возрастают зольность, содержание белков и аминокислоты триптофана; уменьшается содержание сахаров, крахмала, аминокислот лизина, треонина, аланина, аспарагиновой кислоты, серина. В период откладки яиц зерновки и их кладки чаще отмечались в севообороте с сидеральным паром, внесением рекомендуемых и повышенных доз минеральных удобрений; предпосевной обработкой семян микроудобрением тенсо коктейль или микроудобрением и биопрепаратом (тенсо коктейль + ризоторфин), что было обусловлено лучшим развитием растений гороха. В этих же вариантах отмечена наибольшая поврежденность семян гороха личинками зерновки.

*Ключевые слова:* сезонное развитие, плодовитость, устойчивость сортов, поврежденность зерна, потери урожайности, химический состав, приемы возделывания.

**DOI:** 10.1134/S0367144519030018

Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* (L.)) – космополит, узкий олигофаг гороха (*Pisum* spp.), опасный вредитель семян гороха посевного (*Pisum sativum* L.). Распространена в Европе (повсеместно), Азии (Турция, Сирия, Ирак, Иран, Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Китай, Непал, Корея, Япония, Индия, Бангладеш), Африке (Эфиопия, Нигерия), Северной Америке (Канада, США), Южной Америке (Аргентина, Чили, Перу), Австралии, Новой Зеландии в районах возделывания гороха посевного (Gari, 2015). В России северная граница распространения гороховой зерновки в посевах гороха доходит до 60° с. ш., восточная – до 84° в. д. (Алтайский край, Новосибирская и Томская области). В Новосибирской обл. зерновкой заселено около 2/3 посевов гороха, в Томской обл. она зарегистрирована единично (Поддубная, Приданникова, 2013). В Алтайском крае гороховая зерновка обычна в степи и лесостепи в Кулундинской, Приалейской, Приобской и Бийско-Чумышской зонах (Садовников, 2009).

Гороховая зерновка повсеместно развивается в одном поколении в году с зимовкой имаго, реже куколок и личинок в семенах гороха. Жуки выходят из зимовки при 18 °С и перелетают на посевы гороха в фазу бутонизации и цветения на расстояние до 5 км. Первыми на посевах гороха появляются самки (Armstrong, 2005). При поиске кормовых растений для гороховой зерновки наибольшее значение имеют летучие вещества-аттрактанты, выделяемые цветками и бобами гороха в фазах цветения и формирования плодов. В фазу цветения среди них преобладают терпинен (Terpinene), терпинолен

(Terpinolene),  $\beta$ -пинен ( $\beta$ -Pinene),  $\alpha$ -пинен ( $\alpha$ -Pinene); а в фазу формирования бобов – n-додекан (n-Dodecane), 2,4-гексадиенал (2,4-Hexadienal),  $\beta$ -пинен ( $\beta$ -Pinene),  $\alpha$ -пинен ( $\alpha$ -Pinene). Летучие вещества, выделяемые зелеными бобами, выступают маркерами при выборе самками бобов для откладки яиц (Ceballos et al., 2015). Имаго дополнительно питаются пыльцой гороха около двух недель, затем приступают к откладке яиц на формирующиеся бобы. Развитие яиц длится 14–28 дней. Личинки проходят 4 возраста. Отродившиеся личинки с развитыми грудными ногами прогрызают стенку боба и проникают в семена, где линяют и становятся безногими. В одном зерне развивается только одна личинка, ее развитие длится около 40 дней. Закончившие питание личинки готовят в зерне отверстие диаметром 2–3 мм для выхода имаго, оставляя нетронутой наружную семенную оболочку, и окукливаются внутри зерна. Развитие куколки длится около 14 дней. Часть отродившихся жуков выходит из зерен, другие зимуют в зернах и выходят из них весной (Armstrong, 2005). В лесостепной зоне Украины в осыпавшемся зерне гороха на поверхности почвы и под растительными остатками погибает 13–29 % жуков гороховой зерновки, при запахивании поврежденных зерен с жуками доля погибших жуков возрастает до 86–98 % (Кнечунас, 2010).

В Центральном Черноземье, в южной лесостепи Воронежской обл. поврежденность семян гороха личинками зерновки составляет 13–16 %, а снижение массы поврежденных личинками семян – 11–18 % по сравнению с неповрежденными, потери урожайности зерна – 1.5–3.0 % при численности жуков 1.8–2.3 экз./10 взмахов сачком (Шпанев, Лаптиев, 2015). В Предуральской лесостепи Башкирии поврежденность зерна гороха гороховой зерновкой составляет 1–27 %, потери массы поврежденного зерна по сравнению с неповрежденным – 11–45 %, потери урожайности зерна – 0.3–9 %. Наибольшая поврежденность зерна (19–27 %) наблюдалась у листочковых сортов Чишминский 80, Рамонский 90, Труженик и Льговский 288 (Вахитова, 2009). Поврежденность семян гороха в лесостепной и степной зонах Алтайского края составляет 2–11 %. Масса поврежденных личинками зерновки семян снижалась на 29, а их всхожесть – на 90 % (Садовников, 2009). В Болгарии в зоне широколиственных лесов масса зерен гороха, поврежденных личинками зерновки при их полном развитии до имаго, снижалась на 2–12 % по сравнению с неповрежденными; полевая всхожесть поврежденных семян уменьшалась на 66–68 %, а урожайность растений, полученных из поврежденных зерен, – на 22–35 % (Nikolova, 2016b). В лесостепи Румынии поврежденность зерна гороха личинками зерновки составляет 16–28 %, при этом 12–29 % личинок были заражены личинками паразита *Triaspis thoracicus* Curt. (Braconidae) (Săpunaru et al., 2006). В зоне широколиственных лесов в Орловской обл. в 2000–2002 гг. поврежденность семян гороха устойчивых сортов составляла 0.3–4.7 %, восприимчивых – 15–22 %. Масса семян гороха, поврежденных личинками зерновки, снижалась у восприимчивых сортов в 1.5–1.7 раза больше, чем у устойчивых, а их полевая всхожесть снижалась соответственно на 60–92 и 18–36 % (Зубарева, 2006). В США гороховая зерновка впервые была отмечена как вредитель гороха в 1675 г. в штате Массачусетс, куда она была завезена с поврежденным зерном гороха (Bain, 1998). В настоящее время эта зерновка встречается в районах возделывания гороха практически во всех штатах США, где поврежденность гороха ее личинками составляет до 30–70 % (Reddy et al., 2017). Средняя поврежденность зерна гороха личинками гороховой зерновки в Эфиопии составляет 30–77 % (Mendesil et al., 2015), в Австралии – 11–72 % (Horne, Bailey, 1991). Гороховая зерновка была впервые обнаружена в Австралии в 1931 г. (Newman, 1932; Baker, 2016), в Эфиопии – в 1985 г., в настоящее время потери урожайности зерна

гороха от этого вредителя в Эфиопии составляют 45–80 % (Sheepers, 2012), в Австралии – до 15 % (Armstrong, 2005). Экономический порог вредоносности (ЭПВ) гороховой зерновки составляет в России 1–2 жука на 10 взмахов сачком, в США – 1–2 жука на 25 взмахов сачком для кормовых посевов (около 10 % поврежденных зерен), 1 жук на 100 взмахов сачком для продовольственных посевов (около 2–3 % поврежденных зерен); наличие живых или мертвых жуков зерновки в продовольственном горохе, а также живых жуков в посевном горохе не допускается (Reddy et al., 2018). Обзор литературных источников по поврежденности гороха гороховой зерновкой позволяет прийти к выводу, что практически по всему ареалу по меньшей мере в посевах восприимчивых и слабо устойчивых сортов этой культуры численность и вредоносность зерновки превышают ее ЭПВ.

К основным естественным факторам устойчивости гороха к гороховой зерновке относятся: одревеснение пергаментного слоя створок бобов гороха ко времени отрождения личинок зерновки, препятствующее их внедрению в бобы; повышенное содержание белка в зрелом зерне устойчивых сортов; высокая концентрация фенольных соединений в створках бобов и семенной коже (Малаханов, 1985, 1988; 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 активность этого фермента 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 одного сорта гороха посевного установлена различная степень поврежденности семян в зависимости от их цвета. Семена кремового цвета были более восприимчивы к повреждению личинками зерновки по сравнению с семенами зеленого цвета. Семена кремового цвета имели более крупные семядоли и более тонкую семенную оболочку. Поврежденность семян кремового цвета составляла 45–80, зеленого – 5–35 % (Gari, 2015). К косвенным факторам устойчивости гороха к гороховой зерновке относятся несовпадение фенологических особенностей развития гороха и зерновки, а также размеры бобов. Чем короче и раньше период цветения гороха и меньше длина бобов, тем меньше количество отложенных на них яиц и ниже поврежденность зерна гороха личинками зерновки (Nikolova, 2015).

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования проводились в Самарской обл. в 1989–2003 гг. в окр. пос. Безенчук (52°58'55" с. ш., 49°26'09" в. д.) и в Безенчукском р-не в низменно-равнинном и в 2005–2007 гг. в окр. пос. Усть-Кинельский (53°16'06" с. ш. 50°34'53" в. д.) в возвышенно-равнинном ландшафтах левобережья Волги в южной части лесостепной зоны. Климат умеренно холодный с теплым летом и равномерным увлажнением. Средняя годовая сумма осадков 480–525 мм. Гидротермический коэффициент в период вегетации гороха – 0.4–1.1. Наибольшие площади занимают сельскохозяйственные земли на месте богаторазнотравно-типчачково-ковыльных степей. Преобладающий тип почв – обыкновенные черноземы.

Цель исследований – обобщение данных о сезонном развитии и плодovitости гороховой зерновки, ее вредоносности и влиянии на химический состав зерна, об устойчивости гороха к зерновке, анализ показателей продуктивности гороха и степени поврежденности зерна гороха личинками зерновки в зависимости от приемов его возделывания в лесостепи Самарской обл.

Сезонное развитие гороховой зерновки изучали в 1989–2001 гг. в хозяйствах Безенчукского р-на и, в частности, в 1998–2001 гг. – на опытном поле Самарского НИИ сельского хозяйства им. Н. М. Тулайкова, расположенном в пос. Безенчук, на сорте Флагман.

Определение плодovitости гороховой зерновки (*Bruchus pisorum*) проводили в лабораторных условиях в Самарском НИИ сельского хозяйства в июне и июле 2001 г. Для эксперимента были подобраны 5 групп сортов гороха, различающихся по хозяйственным признакам, окраске цветков, семя и другим особенностям. В качестве контроля брали дикорастущие сорта гороха пятой группы (Мушунг-1881, Мушунг-1883), на которых плодovitость зерновки снижена (Малаханов, 1988). По одной самке и одному самцу зерновок, собранным на посевах гороха до начала откладки яиц, помещали в сосуды емкостью 0.5 л, закрытые крышками с мелкими отверстиями. До цветения изучаемых сортов в естественных условиях в сосуды с зерновками помещали побеги гороха с листьями, которые заменяли свежими через каждые 2 дня. После начала цветения гороха в сосуды клали по 4 или 5 цветков с пыльцой, а с начала образования бобов – по 3 или 4 боба, также заменяя их со временем свежими. Бобы перед заменой тщательно осматривали и подсчитывали отложенные на них яйца. Опыты проводились до прекращения откладки яиц или гибели самки. Повторность опытов шестикратная.

Исследования по вредоносности зерновки проводили на полях Самарского НИИ сельского хозяйства в 2002 и 2003 гг. Изучались районированные по Средневолжскому региону сорта гороха разных морфотипов: усатые детерминантные (Флагман 7, Флагман 9); усатые короткостебельные (Норд, Казанец, Флагман 10); усатые длинностебельные (Самарец (стандарт), Аксайский усатый 7). Для сравнения с сортами усатого типа были включены сорта листочкового типа, ранее широко возделывавшиеся в регионе (Воронежский и Новокуйбышевский). Площадь опытных делянок по 20 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырехкратная, метод размещения вариантов опыта в повторностях рандомизированный. Агротехника возделывания гороха была общепринятой для условий Самарской обл.

Вредоносность гороховой зерновки изучали также в 2006 г. в мелкоделяночных опытах в окр. пос. Усть-Кинельский на поле Поволжского НИИ селекции и семеноводства им. П. Н. Константинова, где производился посев не поврежденных и поврежденных зерновкой семян гороха листочковых (Воронежский, Новокуйбышевский) и усатых (Мадонна, Самарец, Флагман 7) сортов урожая 2005 г., полученных в Самарском НИИ сельского хозяйства. Посев семян проводился 27 мая 2006 г. вручную на глубину около 5 см на делянках по 1 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности. Норма высева семян 96 шт./м<sup>2</sup>, ширина междурядий 15 см, расположение делянок систематическое. Полевая всхожесть семян учитывалась 11 июня, сохранность растений в фазу бутонизации – 4 июля, перед уборкой – 22 августа.

Мелкоделяночные полевые опыты по изучению устойчивости гороха к гороховой зерновке закладывались в селекционном севообороте Поволжского НИИ селекции и семеноводства в 2006 г. в окр. пос. Усть-Кинельский. В опытах испытывались 8 листочковых, 6 усатых сортов, 5 местных форм гороха посевного, один сорт гороха полевого и одна форма *Pisum sativum elatus* (табл. 1). Образцы семян гороха были получены из Всероссийского института растениеводства. Площадь опытных делянок 0.5–4 м<sup>2</sup>. Посев семян проводили 27 мая. Расстояние между рядками 15, между растениями – 6 см. Норма высева семян 100–120 семян/м<sup>2</sup>. Глубина заделки семян – 6–7 см. Повторность опытов трехкратная. Анализ семян на поврежденность личинками гороховой зерновки проводили после уборки урожая.

Исследован химический состав зерна двух листочковых сортов (Воронежский и Новокуйбышевский) и трех усатых сортов: Мадонна, Самарец и Флагман. Образцы зерна гороха, поврежденного и не поврежденного личинками гороховой зерновки, были отобраны из урожая

**Таблица 1.** Плодовитость самок гороховой зерновки в лабораторных условиях (число самок в группе – 6) на разных группах сортов гороха

Характеристика плодовитости	Группы сортов*				
	I	II	III	IV	V
Доля самок, откладывавших яйца (%)	66.7	83.3	50.0	50.0	16.7
Продолжительность откладки яиц 1 самкой (дни)	4–16	2–16	2–16	2–14	12
Число яиц, отложенных 1 самкой за 1 день, максимальное (среднее)					
Дни					
1-й и 2-й	11 (5.1)	<b>26 (11.8)</b>	<b>12.5 (7.2)</b>	<b>8 (5.3)</b>	5
3-й и 4-й	<b>22 (7.5)</b>	11 (7.2)	8 (5)	7	<b>11</b>
5-й и 6-й	10 (7.2)	10 (7.8)	2.5 (2.2)	6.5	4
7-й и 8-й	7 (4.3)	3 (1.5)	3	<b>11.5</b>	5
9-й и 10-й	4 (4)	2 (1.2)	0	0.5	2
11-й и 12-й	<b>21 (14.5)</b>	2	7 (4.5)	0	1.5
13-й и 14-й	8 (6.8)	2	<b>7 (4.5)</b>	<b>11</b>	0
15-й и 16-й	5.5 (4.8)	<b>20.5</b>	5	0	0
Дни с максимальным числом отложенных яиц	4-й, 12-й	2-й, 16-й	2-й, 14-й	2-й, 8-й, 14-й	4-й
Число яиц, отложенных 1 самкой					
Всего	5–130	2–143	25–64	9–65	57
Среднее	70.5	43.4	42.3	35	

Примечание. \* Группы сортов: I – лучильные белоцветковые желтозерные (Куйбышевский, Самарец), II – лучильные белоцветковые зеленозерные (Сармат, Зеленозерный), III – овощные белоцветковые с мозговыми семенами (Стократный США, Хамелеон), IV – кормовые с красными или фиолетовыми цветками и темными или крапчатыми семенами (Орпела, Усатый Крот), V – мелкозерные фиолетовоцветковые с темной окраской семян (Мушунг-1881, Мушунг-1883). **Полужирным шрифтом** в графах I–V выделены максимальные значения

2006 г. в мелкоделяночных опытах. Химические анализы семян гороха выполнены в аналитической лаборатории Факультета биотехнологии и ветеринарной медицины Самарской сельскохозяйственной академии в апреле 2007 г.

Исследования влияния агротехнических приемов (севооборота, минеральных удобрений) и биопрепаратов на поврежденность зерна гороха гороховой зерновкой проводили в 2006 г. на опытном поле Кафедры растениеводства Самарской сельскохозяйственной академии в 5 км СВ пос. Усть-Кинельский в посевах гороха сорта Флагман 9 в двух шестипольных севооборотах (занятый или сидеральный (рапс) пар – озимая пшеница – горох – кукуруза – смесь однолетних трав – ячмень с горохом). Основная обработка почвы – вспашка на 20–22 см. В опыте применялись три фона минеральных удобрений: контроль без удобрений; фон 1 с расчетом НРК на 3 тыс. кормовых единиц (2.2 т/га зерна) ( $N_{62}P_{122}K_{14}$  в севообороте с занятым паром,  $N_{56}P_{119}K_{10}$  в севообороте с сидеральным паром) и фон 2 с расчетом НРК на 3.5 тыс. кормовых единиц (2.6 т/га зерна) (соответственно  $N_{89}P_{166}K_{27}$  и  $N_{82}P_{154}K_{18}$ ). В каждом из фонов и видов пара в зависимости от предпосевной обработки семян биопрепаратами и микроудобрениями опыт включал

четыре варианта: 1) без обработки (контроль); 2) предпосевная обработка семян биопрепаратом Ризоторфин В (инокулят на основе клубеньковых бактерий) (1 л/т); 3) предпосевная обработка семян микроудобрением Тенсо Коктейль П, содержащим хелатные соединения Са, В, Сu, Fe, Мо и Zn (100 г/т семян); 4) последовательная обработка семян тенсо коктейлем и ризоторфином перед посевом по рекомендуемым нормам. Посев гороха был произведен 6 мая, уборка урожая – в фазу полной спелости 2 августа. Против однолетних злаковых сорняков в фазу 4–5 листьев проводилось опрыскивание посевов системным гербицидом Фюзилад, КЭ (1 л/га). Повторность опыта четырехкратная. Учетная площадь делянок 50 м<sup>2</sup>. В фазу полной спелости гороха на одной делянке с четырех площадок по 0.25 м<sup>2</sup> брали растения, объединяли в одну пробу и доставляли в лабораторию. Из каждой пробы брали подряд по 10 растений, обрывали с них бобы, которые делили на крупные (длиной более 6 см), средние (4–6 см) и мелкие (менее 4 см), вышелушивали и подсчитывали число зерен, поврежденных личинками зерновки и неповрежденных. Учетами поврежденности зерна личинками зерновки были охвачены три повторности опыта.

Материал обработан статистически с применением дисперсионного (стандартное отклонение, наименьшая существенная разница ( $HSP_{0,5}$ ) данных в вариантах опытов) и корреляционного анализов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Сезонное развитие гороховой зерновки.** По данным наблюдений в 1989–2001 гг. в Безенчукском р-не, заселение посевов гороха зерновкой после выхода из зимовки чаще происходило в период бутонизации – до начала массового цветения культуры, жуки питаются пыльцой в период цветения. Продолжительность дополнительного питания имаго до откладки яиц составляла  $18 \pm 3$  дней при среднесуточной температуре воздуха 17–23 °С. Чем выше температура воздуха в этот период, тем короче период дополнительного питания жуков (коэффициент корреляции  $r = -0.669$ ). Сроки развития яиц от их откладки до отрождения личинок –  $8 \pm 2$  дня при среднесуточной температуре воздуха 17–27 °С ( $r = -0.553$ ). Массовое отрождение личинок, как правило, совпадало с фазой налива бобов. Личинки развивались  $36 \pm 5$ , куколки –  $23 \pm 3$  дня при среднесуточной температуре воздуха соответственно 19–25 °С ( $r = -0.716$ ) и 16–24 °С ( $r = -0.910$ ). На развитие гороховой зерновки от яйца до имаго в условиях Безенчукского р-на требуется  $66 \pm 8$  дней при сумме положительных температур за период развития около 1350 °С. Кроме температуры воздуха длительность заселения зерновкой посевов гороха зависит также от продолжительности периода развития культуры от всходов до цветения и от среднесуточной температуры воздуха ( $r = 0.737$ ), а сроки личиночной стадии – от длительности фаз гороха от цветения до созревания и от среднесуточной температуры воздуха ( $r = 0.801$ ). Иными словами, чем дружнее всходы и быстрее протекают развитие и созревание гороха, тем короче период развития на нем зерновки, и, напротив, чем более растянуты фазы развития гороха, тем длительнее цикл онтогенеза этого жука.

**Плодовитость гороховой зерновки.** В лабораторных условиях наибольшая выживаемость и плодовитость самок гороховой зерновки наблюдались при их питании и откладке яиц на луцильных белоцветковых желто- и зеленозерных сортах гороха Куйбышевский, Самарец, Сармат и Зеленозерный (см. табл. 1). По данным Мигулина (1983), в естественных условиях самка гороховой зерновки интенсивно откладывает яйца в течение 10–15 дней при плодовитости в среднем около 130, иногда – до 430 яиц, что в значительной мере согласуется с нашими данными. Следующую по предпочтительности группу образуют овощные мозговые сорта Стократный США и Хамелеон, затем

кормовые сорта Орпела и Усатый Крот. К наименее предпочитаемым сортам относятся дикие мелкозерные сорта Мушунг-1881 и Мушунг-1883.

В Безенчукском р-не в полевых условиях в 2002 и 2003 гг. к наиболее привлекательным для дополнительного питания имаго и откладки яиц относились усатые детерминантные сорта гороха, особенно сорт Флагман 9, на котором число жуков на 20 м<sup>2</sup> составляло в сухом 2002 г. 54.0, во влажном 2003 г. – 16.3, а число яиц, отложенных самками на 50 бобов, соответственно 215.5 и 84.0 (табл. 2). Несколько меньшими были эти показатели у усатых, индетерминантных с неограниченным ростом и детерминантных короткостебельных сортов с ограниченным ростом. Наименее привлекательными оказались листочковые и усатые длинностебельные, индетерминантные сорта, на которых число жуков на 20 м<sup>2</sup> составляло в сухом 2002 г. 27.0–30.0, во влажном 2003 г. – 8.4–9.3, а число яиц, отложенных самками на 50 бобов, соответственно 118–131 и 38–40.

**Поврежденность зерна гороха и вредоносность гороховой зерновки.** В период с 1998 по 2001 г. в Безенчукском р-не средняя поврежденность зерна гороха личинками гороховой зерновки была минимальной в 1999 г. (1.8 %), максимальной – в 2001 г. (10.4 %) (табл. 3). В наибольшей степени были повреждены зерна листочкового сорта Новокуйбышевский (3.1–6.9 %), в наименьшей – усатого сорта Флагман (0.7–3.6 %). В 2001 г. максимальная поврежденность семян гороха наблюдалась у сорта Зеленозерный 1 (17.1 %), а минимальная – у мозгового сорта Хамелеон с ярусной гетерофиллией (3.2 %). Среди абиотических факторов наибольшее влияние на поврежденность зерна гороха личинками зерновки оказывала сумма осадков в период вегетации

**Таблица 2.** Численность имаго и яиц гороховой зерновки на сортах гороха разных морфотипов

Сорт, морфотип	2002 г.				2003 г.			
	Число имаго на 20 м <sup>2</sup>		Число яиц на 50 бобов		Число имаго на 20 м <sup>2</sup>		Число яиц на 50 бобов	
Листочковый, индетерминантный								
Воронежский	31.5	± 2.5	102.8	± 12.5	9.8	± 1.5	23.8	± 2.8
Новокуйбышевский	28.8	± 2.3	159.5	± 16.8	8.8	± 0.9	55.3	± 6.0
Усатый, индетерминантный, длинностебельный								
Самарец (St)	24.3	± 2.1	105.8	± 9.6	8.0	± 0.8	25.0	± 3.2
Аксайский усатый 7	30.3	± 3.2	130.0	± 12.6	8.8	± 1.1	51.8	± 5.3
Усатый, полудетерминантный, короткостебельный								
Норд	30.3	± 2.8	183.0	± 20.5	6.3	± 0.7	44.5	± 4.6
Казанец	34.3	± 3.4	164.3	± 17.2	5.5	± 0.4	35.8	± 3.8
Флагман 10	–	–	–	–	4.8	± 0.5	43.5	± 4.2
Усатый, детерминантный								
Флагман 7	24.3	± 2.5	140.5	± 13.4	10.3	± 1.1	69.5	± 7.1
Флагман 9	54.0	± 6.1	215.5	± 25.0	16.3	± 1.7	84.0	± 8.6
<b>В среднем</b>	<b>32.2</b>		<b>150.2</b>		<b>8.7</b>		<b>48.1</b>	
НСР <sub>0.5</sub>	12.8		36.2		4.7		18.3	



**Таблица 3.** Поврежденность зерна гороха зерновкой в Безенчукском р-не в 1998–2001 гг. (%)

Сорт	Морфотип стебля	Годы			
		1998	1999	2000	2001
Новокуйбышевский	Листочковый, индетерминантный	6.9 ± 0.5	3.1 ± 0.3	3.3 ± 0.3	–
Куйбышевский	Листочковый	–	–	–	11.7 ± 0.5
Сармат	То же	–	–	–	9.6 ± 0.3
Самарец	Усатый, индетерминантный	4.1 ± 0.3	2.1 ± 0.2	2.3 ± 0.2	9.9 ± 1.2
Флагман	Усатый	3.6 ± 0.3	0.7 ± 0.1	1.2 ± 0.1	–
Флагман 7	Усатый, детерминантный	3.5 ± 0.3	1.2 ± 0.1	2.7 ± 0.3	–
Зеленозерный 1	Усатый	–	–	–	17.1 ± 0.4
Хамелеон	Овощной, гетерофильный	–	–	–	3.2 ± 0.3
Орпела	Кормовой, листочковый, детерминантный	–	–	–	10.7 ± 0.6
<b>В среднем</b>		<b>4.5</b>	<b>1.8</b>	<b>2.4</b>	<b>10.4</b>
НСР <sub>0.5</sub>		2.5	1.2	1.4	5.6
Сумма осадков в мае–июле, мм		32.8	173.0	133.0	86.0

культуры (май–июль) с коэффициентом корреляции ( $r$ ) в 1998–2001 гг.  $-0.499$ . В годы наблюдений температура воздуха в период вегетации гороха была благоприятной для развития культуры и вредителя и не оказала достоверного влияния на поврежденность зерна гороха.

В 2002 и 2003 гг. поврежденность семян гороха была наименьшей у листочкового индетерминантного сорта Воронежский, максимальной – у усатого детерминантного сорта Флагман 9. При этом поврежденность зерна в сухом 2002 г. была в 4.1–5.6 раза выше, чем во влажном 2003 г. (табл. 4). Масса поврежденного зерна, напротив, наиболее значительно снижалась у сорта Воронежский, а слабее всего – у сорта Флагман 9. Снижение всхожести зерна гороха, поврежденного личинками зерновки, составляло в среднем от 35.5 % у усатых детерминантных сортов до 55 % у листочковых индетерминантных сортов. Все испытанные сорта гороха продовольственные и отличаются довольно крупными семенами, масса 1000 семян у них составляет 178–281 г. (табл. 4). Достоверных корреляционных связей между массой семян и их поврежденностью личинками зерновки у этих сортов не выявлено. Чем крупнее семена, тем меньше снижение массы семян, поврежденных личинками зерновки, по сравнению с неповрежденными семенами ( $r = -0.958$ ), и выше их всхожесть ( $r = 0.509$ ).

Потери урожайности зерна в среднем составили в сухом 2002 г. 12.5, во влажном 2003 г. – 2.5 %. У испытанных сортов они отличались незначительно.

**Таблица 4.** Вредоносность гороховой зерновки на сортах гороха разных морфотипов

Сорт, морфотип	Поврежденность семян (%)			Потеря массы повреж- денного семени (%)			Снижение всхожести повреж- денных семян (%)	Масса здорового семени (г)	Потери урожай- ности зерна (%)	
	2002 г.	2003 г.	средняя	2002 г.	2003 г.	средняя	2003 г.	2002 и 2003 г.	2002 г.	2003 г.
Листочковый, индетерминантный										
Воронежский	51.0	6.2	28.6	24.5	22.7	23.6	55.5	0.178	12.2	1.4
Новокуйбышев- ский	68.2	15.0	41.6	19.0	18.4	18.7	54.3	0.257	13.0	2.8
Усатый, индетерминантный, длинностебельный										
Самарец (St)	55.0	8.8	31.9	22.9	20.9	21.9	37.8	0.215	12.7	1.8
Аксайский усатый 7	56.8	12.5	34.7	19.6	22.7	21.2	42.5	0.217	11.1	2.8
Усатый, полудетерминантный, короткостебельный										
Норд	73.0	13.6	43.3	18.8	19.6	19.2	44.5	0.252	13.7	2.7
Казанец	73.1	13.9	43.5	16.1	20.7	18.4	47.5	0.252	11.8	2.9
Флагман 10	–	13.1	–	–	16.9	–	42.8	0.281	–	2.2
Усатый, детерминантный										
Флагман 7	58.7	8.7	33.7	18.3	19.2	18.8	40.5	0.261	10.7	1.7
Флагман 9	74.5	23.8	49.2	17.8	18.3	18.1	30.5	0.293	13.3	4.4
<b>В среднем</b>	<b>63.8</b>	<b>12.8</b>	<b>35.5</b>	<b>19.6</b>	<b>19.9</b>	<b>19.6</b>	<b>44.0</b>	<b>0.245</b>	<b>12.5</b>	<b>2.5</b>
НСР <sub>0.5</sub>	7.1	3.7		2.8	2.0		10.9			

Вредоносность гороховой зерновки изучалась также в 2006 г. в мелкоделяночных опытах в окр. пос. Усть-Кинельский на поле Поволжского НИИ селекции и семеноводства, где высевались не поврежденные и поврежденные зерновкой семена гороха. Полевая всхожесть неповрежденных семян была высокой и составила 94–97 % (табл. 5). Полевая всхожесть семян, поврежденных личинками зерновки, резко снижалась и составила у листочковых сортов 18, усатого сорта Флагман 7 – около 23, а у Самарца и Мадонны – 14–16 %. В опыте с неповрежденными семенами сохранность растений в период вегетации (доля от количества их всходов) составила в фазу бутонизации 98–100, перед уборкой урожая – 82–95 %. В опыте с семенами, поврежденными личинками зерновки, сохранность растений в фазу бутонизации составляла 82–97, а перед уборкой – 37–73 %. Межсортные различия по полевой всхожести неповрежденных семян и сохранности растений гороха в фазу бутонизации недостоверны, а по полевой всхожести поврежденных семян и сохранности растений в фазу бутонизации и перед уборкой, по данным НСР<sub>0.5</sub>, достоверны.

Главной особенностью, определяющей высокую вредоносность гороховой зерновки, является низкая всхожесть поврежденных личинками зерновки семян гороха. Полевая

**Таблица 5.** Влияние поврежденности семян гороха зерновкой на полевую всхожесть и сохранность растений в фазу бутонизации и перед уборкой (%) (посев 27.05.2006, норма высева – 96 шт./м<sup>2</sup>)

Морфотип, сорт	Состояние семян гороха, фаза развития и дата учета растений									
	Неповрежденные					Поврежденные личинками зерновки				
	Всходы, 11.06	Бутонизация, 4.07	Перед уборкой, 22.08	Всходы, 11.06	Бутонизация, 4.07	Перед уборкой, 22.08	Всходы, 11.06	Бутонизация, 4.07	Перед уборкой, 22.08	Перед уборкой, 22.08
Листочковый	<b>94.4</b>	<b>99.6</b>	<b>85.8</b>	<b>18.0</b>	<b>88.9</b>	<b>55.0</b>				
Воронежский	95.0 ± 4.6	99.3 ± 6.4	88.3 ± 5.2	18.2 ± 1.6	95.6 ± 1.5	37.4 ± 0.7				
Новокуйбышевский	93.8 ± 7.8	99.9 ± 5.8	85.2 ± 6.4	17.8 ± 1.4	82.0 ± 1.1	73.0 ± 0.9				
Усатый	<b>96.7</b>	<b>97.7</b>	<b>85.2</b>	<b>17.8</b>	<b>88.8</b>	<b>47.8</b>				
Мадонна	93.5 ± 7.2	99.3 ± 4.8	81.8 ± 6.5	16.4 ± 1.7	97.6 ± 1.4	57.9 ± 0.5				
Самарец	95.6 ± 5.3	100 ± 7.1	82.0 ± 4.6	14.2 ± 0.9	88.0 ± 1.3	50.7 ± 0.6				
Флагман 7	97.2 ± 4.8	97.9 ± 5.9	95.1 ± 5.2	22.8 ± 2.1	82.5 ± 1.5	38.6 ± 0.8				
НСР <sub>0.5</sub>	4.5	5.2	9.5	5.3	4.6	3.4				

Примечание. Полужирным шрифтом выделены средние данные по разным морфотипам гороха.

всхожесть поврежденных семян снижается на 76–85 % по сравнению с неповрежденными семенами. При посеве семян гороха, поврежденных личинками зерновки, количество растений перед уборкой снижается у листочковых сортов на 83–91 %, у усатых сортов на 88–91 % по сравнению с посевом неповрежденных семян. Разреженность всходов гороха, полученных при посеве поврежденных семян, способствовала увеличению площади питания растений и уменьшению их высоты на 14–28 % при возростании количества бобов и среднего числа зерен на растении соответственно на 8–56 и 6–22 % по сравнению с посевом неповрежденных семян (табл. 6). Однако бобы и зерна в них в опытах с посевом поврежденных семян были более мелкими, количество и масса зерен в бобе уменьшались соответственно на 8–35 и 29–50 %, масса зерен с растения – на 2–14, масса 1000 зерен – на 5–24 %. Такие показатели продуктивности, как число и масса зерен в бобе, масса зерен на растении в посеве поврежденных семян по сравнению с неповрежденными, более значительно уменьшались у усатых сортов, чем у листочковых. В результате биологическая урожайность зерна в опыте с поврежденными семенами у листочковых сортов уменьшалась на 84–92, у усатых – на 88–91 %.

**Устойчивость разных видов и сортов гороха к гороховой зерновке.** Устойчивость гороха к гороховой зерновке изучалась в окр. пос. Усть-Кинельский в 2007 г. В среднем поврежденность семян была наибольшей у усатых сортов гороха посевного (11.0 %). У листочковых сортов она снижалась до 5.8, у гороха полевого – до 4.5, у *Pisum sativum* subsp. *elatius* – до 3.7, у местных мелкосемянных форм гороха посевного – до 2.7 % (табл. 7).

У наиболее восприимчивых к зерновке усатых сортов семена крупные, с желтой гладкой поверхностью. У устойчивого к зерновке сорта Усач интенсивный семена сильно морщинистые, светло-зеленые. У Витязя со средней устойчивостью к вредителю семена также морщинистые, светло-зеленые.

У наиболее устойчивых к зерновке листочковых сортов семена также сильно морщинистые (Selvay, Нью-Сизон Нормал). Семена предпочитаемых личинками зерновки листочковых сортов гладкие (Новокуйбышевский, Асасия) или с мелкоячеистой морщинистостью (Воронежский, Штамбовый Мальцева). Зеленые семена повреждались в меньшей степени, чем желтые.

У местных форм гороха посевного важным фактором устойчивости к зерновке оказались размеры семян. Чем мельче семена этих форм, тем меньше они повреждались зерновкой ( $r = 0.921$ ). По характеру поверхности семена этих форм отличались незначительно (гладкие или слабо морщинистые). Влияние окраски семян на их поврежденность зерновкой также незначительное.

Максимальное уменьшение массы поврежденных личинками зерновки семян по сравнению с неповрежденными отмечено у листочковых сортов, а минимальное – у усатых и гороха полевого (табл. 7). Некоторое увеличение массы поврежденных зерновкой семян у отдельных сортов обусловлено тем, что личинки зерновки повреждают у них более крупные семена.

Таким образом, к факторам устойчивости гороха к гороховой зерновке следует отнести особенности его морфотипа: характер поверхности семян, их размеры и, в меньшей степени, окраску семян. Наиболее устойчивы к зерновке местные формы гороха посевного с мелкими семенами и культурные сорта с морщинистой поверхностью семян.

**Влияние гороховой зерновки на химический состав зерна гороха.** Содержание белка в зернах гороха усатых сортов увеличивалось на 2.5–4.6 % (табл. 8). Среди листочковых сортов содержание белка в зерне гороха сорта Новокуйбышевский также увеличивалось на 4.8 %, у сорта Воронежский оно немного уменьшалось. У большинства испытанных сортов резко возрастала зольность поврежденного зерна, в частности, у сорта Новокуйбышевский на 23.8, у сорта Мадонна – на 46.8, сорта Самарец – на 18.9 %. Содержание сахара в зерне гороха усатых сортов, напротив, уменьшалось на 15.7–19.6, у листочковых сортов – на 11.2–17.6 %. Уменьшение содержания в зерне крахмала составило соответственно 10.9–15.7 и 12.7–15.5 % (табл. 8). По данным исследований в Болгарии, в зерне гороха, поврежденном личинками зерновки, содержание сырого протеина возрастало на 20–27, сырой клетчатки – на 5–17 %. Увеличивалось также содержание фенольных соединений, водорастворимых сахаров и фосфора при уменьшении содержания кальция по сравнению с неповрежденными зернами (Nikolova, 2016a).

Содержание в поврежденном зерне гороха аминокислот, в том числе заменимых и незаменимых, немного, соответственно на 0.6, 1.0 и 0.2 %, увеличивалось лишь у одного усатого сорта Мадонна. У остальных испытанных сортов оно уменьшалось на 1.3–8.6, 1.0–7.0 и 0.2–10.3 %. Наибольшее снижение этих показателей наблюдалось в поврежденном зерне листочкового сорта Новокуйбышевский и усатого сорта Флагман. Среди незаменимых аминокислот в поврежденном личинками зерновки зерне гороха по сравнению с неповрежденным отмечено наибольшее снижение лизина (9.2–15.6 %) и треонина (5.5–13.8 %), а среди заменимых – аланина (5.1–19.0 %), аспарагиновой кислоты (4.8–15.4 %) и серина (4.4–15.1 %). Наибольшее уменьшение содержания этих аминокислот в поврежденном зерне также отмечено у листочкового сорта Новокуйбышевский и усатого сорта Флагман. Среди незаменимых аминокислот в поврежденном зерне всех сортов наблюдалось заметное увеличение содержания триптофана (на 5.3–22.3 %) с максимумом в поврежденном зерне усатого сорта Мадонна. Среди заменимых аминокислот в поврежденном зерне листочкового сорта Новокуйбышевский и усатого сорта Самарец увеличивалось содержание глицина (на 4.7–11.7 %) и пролина (на 3.1–3.9 %) по сравнению с неповрежденным зерном.

Таким образом, под действием личинок зерновки в поврежденном ими зерне гороха возрастают зольность, содержание белков, а также аминокислоты триптофана; уменьшается же по сравнению с неповрежденным зерном содержание сахаров, крахмала, аминокислот лизина, треонина, аланина, аспарагиновой кислоты и серина.

**Влияние агротехнических приемов (севооборота, минеральных удобрений) и биопрепаратов на поврежденность зерна гороха гороховой зерновкой.** Откладка яиц зерновкой протекала около месяца с фазы начала образования бобов до их полного формирования и фазы зеленой спелости, когда среднее число яиц увеличивалось от 0.4 до 1.8 на растение. В течение всего периода откладки яиц зерновки отдавали предпочтение севообороту с сидеральным паром. В опытах с занятым паром количество яиц на растениях уменьшалось в фазу начала образования бобов в 1.8, полного их формирования в 1.2, и в фазу зеленой спелости бобов в 1.1 раза по сравнению с сидеральным паром (табл. 9). Минеральные удобрения способствовали лучшему развитию растений гороха, что делало его посевы в вариантах с удобрениями более привлекательными для дополнительного питания и откладки яиц по сравнению с делянками без внесения этих удобрений. В фазу начала плодообразования зерновки отдавали предпочтение при

**Таблица 6.** Показатели продуктивности гороха, полученные при посеве семян, поврежденных (П) и не поврежденных (К, контроль) гороховой зерновкой, в 2006 г.

Показатель	Листочковый				Морфотип, сорт				НСР <sub>0.5</sub>		
	Воронежский		Новокуйбышевский		Среднее		Мадонна			Усагий	
	К	П	К	П	К	П	К	П		К	П
Высота растений, см	К	104.0 ± 8.5	83.0 ± 7.5	83.0 ± 7.5	93.5	78.7 ± 7.1	87.0 ± 8.3	69.4 ± 5.9	78.4	18.5	
	П	74.4 ± 6.3	68.4 ± 5.8	68.4 ± 5.8	71.4	54.6 ± 5.2	74.0 ± 6.8	59.9 ± 6.1	62.8	12.5	
	Откл.	-28.5	-17.6	-17.6	-23.6	-30.6	-14.9	-13.7	-19.9		
Число бобов на 1 растение	К	9.1 ± 0.8	7.1 ± 0.6	7.1 ± 0.6	8.1	6.0 ± 0.5	6.3 ± 0.04	4.9 ± 0.5	5.7	2.8	
	П	11.1 ± 1.0	11.1 ± 1.0	11.1 ± 1.0	11.1	9.0 ± 0.7	6.9 ± 0.05	7.5 ± 0.6	7.8	2.6	
	Откл.	22.0	56.3	56.3	37.0	50.0	8.5	53.1	36.8		
Число зерен на 1 боб	К	5.2 ± 0.5	5.2 ± 0.5	5.2 ± 0.5	5.2	5.4 ± 0.4	4.6 ± 0.03	6.1 ± 0.04	5.4	1.2	
	П	4.8 ± 0.4	3.5 ± 0.2	3.5 ± 0.2	4.2	4.0 ± 0.3	3.0 ± 0.02	4.5 ± 0.03	3.8	1.4	
	Откл.	-7.7	-32.7	-32.7	-19.2	-25.9	-34.8	-26.2	-29.6		
Число зерен на 1 растение	К	47.6 ± 3.4	36.8 ± 2.6	36.8 ± 2.6	42.2	32.4 ± 3.3	31.6 ± 2.5	30.0 ± 2.8	31.3	13.6	
	П	53.9 ± 4.2	39.1 ± 3.5	39.1 ± 3.5	46.5	35.8 ± 2.9	38.7 ± 3.2	33.5 ± 2.6	36.0	16.8	
	Откл.	13.2	6.3	6.3	10.2	10.5	22.5	11.7	15.0		

Масса зерна	г/бооб	К	0.90	± 0.10	1.19	± 0.08	1.0	1.25	± 0.11	0.97	± 0.06	1.30	± 0.11	1.2	0.32
		П	0.64	± 0.06	0.73	± 0.06	0.7	0.71	± 0.52	0.49	± 0.03	0.87	± 0.07	0.7	0.12
	Откл.		-28.9		-38.7		-30.0	-43.2		-49.5		-33.1		-41.7	
Масса 1000 зерен, г	г/раст.	К	8.25	± 0.75	8.38	± 0.75	8.3	7.44	± 0.61	6.69	± 0.05	6.56	± 0.06	6.9	2.0
		П	7.12	± 0.64	8.18	± 0.68	7.7	6.40	± 0.53	6.13	± 0.06	6.43	± 0.06	6.3	1.6
	Откл.		-13.7		-2.4		-7.2	-14.0		-8.4		-2.0		-8.7	
Число растений перед уборкой на 1 м <sup>2</sup>		К	170	± 12	230	± 15	200	230	± 15	210	± 19	210	± 17	216.7	46
		П	130	± 14	210	± 18	170	180	± 14	170	± 16	200	± 21	183.3	38
	Откл.		-23.5		-8.7		-15.0	-21.7		-19.0		-4.8		-15.4	
Биологическая урожайность зерна, г/м <sup>2</sup>		К	80.5	± 7.4	76.7	± 6.5	78.6	73.4	± 6.4	75.3	± 7.1	88.7	± 7.6	79.1	6.5
		П	6.5	± 5.2	12.5	± 1.1	9.5	9.1	± 0.07	6.9	± 0.6	8.4	± 0.08	8.1	3.5
	Откл.		-91.9		-83.7		-87.9	-87.6		-90.8		-90.5		-89.8	
Отклонение от контроля (%)		К	664.1	± 45.3	642.7	± 58.3	653.4	546.1	± 52.3	503.8	± 46.5	581.9	± 45.3	543.9	58.0
		П	46.3	± 5.1	102.3	± 8.5	74.3	58.2	± 4.8	42.3	± 3.6	54.0	± 4.5	51.5	14.3
	Откл.		-91.9		-83.7		-88.6	-87.6		-90.8		-90.5		-90.5	

Примечание. «Откл.» – отклонение от контроля (%).

**Таблица 7.** Поврежденность семян разных подвидов гороха личинками гороховой зерновки и их влияние на массу семян в 2007 г.

Морфотип, сорт	Поврежденность семян (%)		Масса 1000 неповрежденных семян (г)		Уменьшение массы поврежденных семян (%)
<b>Горох посевной (<i>Pisum sativum sativum</i>)</b>					
Листочковые					
Воронежский	9.6	± 0.8	175.7	± 16.2	3.2
Новокуйбышевский	13.5	± 1.2	235.1	± 22.3	19.6
Тулунский зеленый	2.8	± 0.3	161.9	± 18.5	21.8
Штамбовый Мальцева	7.3	± 0.6	141.2	± 12.4	22.7
Титан	4.2	± 0.4	190.1	± 18.5	18.0
Selva	0.3	± 0.1	187.5	± 17.6	
Acacia	8.0	± 0.7	202.8	± 19.4	12.4
New Slasan normal (США)	1.1	± 0.2	180.2	± 15.3	
<b>В среднем</b>	<b>5.8</b>		<b>184.3</b>		<b>16.3</b>
Усатые					
Мадонна	14.8	± 1.3	229.4	± 20.4	3.1
Самарец	15.9	± 1.7	214.7	± 18.6	9.1
Флагман 7	17.6	± 1.5	219.4	± 16.3	11.8
Казанец	13.8	± 1.4	241.7	± 20.1	12.8
Усач интенсивный	0.2	± 0.1	319.8	± 28.5	
Витязь	3.8	± 0.3	173.0	± 15.3	7.7
<b>В среднем</b>	<b>11.0</b>		<b>233.0</b>		<b>8.9</b>
Местные формы гороха посевного					
2383, Грузия	7.5	± 0.5	133.8	± 11.4	2.2
1923, Грузия	4.4	± 0.3	105.5	± 8.3	22.7
2380, Грузия	0.8	± 0.1	99.0	± 7.8	15.8
6559, Афганистан		0.1	73.8	± 6.4	
Ахалкалакский, Грузия	0.7	± 0.1	72.1	± 5.3	28.3
<b>В среднем</b>	<b>2.7</b>		<b>96.8</b>		<b>17.2</b>
<b>Горох полевой (<i>Pisum sativum arvense</i>)</b>					
Орпела	4.5	± 0.4	246.3	± 18.8	2.3
<i>Pisum sativum elatius</i> , Палестина					
	3.7	± 0.3	98.5	± 8.6	20.0



**Таблица 8.** Влияние личинок гороховой зерновки на химический состав зерна гороха

Химический компонент	Сорта гороха									
	Листочковые				Усатые					
	Воронежский		Новокуйбышевский		Мадонна		Самарец		Флагман	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Белок, %	21.0	-1.4	21.7	4.8	21.2	3.3	21.2	4.6	21.7	2.5
Сахар, %	6.7	-11.2	6.6	-17.6	6.8	-15.7	6.8	-16.6	6.6	-19.6
Крахмал, %	51.1	-12.7	50.5	-15.5	50.8	-12.4	51.4	-15.7	50.4	-10.9
Сырая зола, %	2.9	7.6	3.0	23.8	2.2	46.8	2.8	18.9	2.9	-4.0
Аминокислоты, г/кг	<b>121.09</b>	<b>-8.6</b>	<b>122.41</b>	<b>-1.3</b>	<b>120.68</b>	<b>0.6</b>	<b>122.64</b>	<b>-3.1</b>	<b>126.16</b>	<b>-6.0</b>
Незаменимые	<b>29.50</b>	<b>-7.0</b>	<b>29.86</b>	<b>-0.4</b>	<b>29.85</b>	<b>1.0</b>	<b>29.97</b>	<b>-2.4</b>	<b>30.59</b>	<b>-4.9</b>
Лизин	9.00	-15.1	8.87	-9.2	9.27	-14.2	8.92	-10.3	9.05	-15.6
Метионин	4.21	-2.1	4.39	0.0	4.32	1.2	4.26	0.0	4.26	-0.5
Валин	7.88	-9.1	8.05	0.2	7.79	1.3	8.01	-2.0	8.25	-3.0
Триптофан	1.90	5.3	1.96	14.3	1.88	22.3	1.99	12.1	2.13	7.4
Треонин	6.51	-13.8	6.59	-7.4	6.59	-5.5	6.79	-11.9	6.90	-12.6
Заменимые	<b>91.59</b>	<b>-10.3</b>	<b>92.55</b>	<b>-2.2</b>	<b>90.83</b>	<b>0.2</b>	<b>92.67</b>	<b>-3.8</b>	<b>95.57</b>	<b>-7.2</b>
Аспарагиновая кислота	16.28	-15.4	16.61	-4.8	15.87	0.9	16.94	-9.5	17.49	-9.6
Цистин	4.09	3.4	4.25	-4.9	3.90	13.6	4.51	-6.9	4.66	-8.8
Серин	8.07	-15.1	8.11	-4.4	8.14	-5.4	8.30	-10.2	8.52	-12.3
Глутаминовая кислота	38.19	-11.6	38.92	-3.1	38.37	-5.2	38.46	-4.2	39.35	-5.6
Пролин	12.04	-2.0	12.45	3.1	12.32	-0.4	11.94	3.9	11.94	2.3
Глицин	6.08	-12.5	5.53	4.7	5.55	2.9	5.56	11.7	6.27	-2.3
Аланин	6.84	-19.0	6.68	-6.1	6.68	-5.1	6.96	-11.2	7.34	-13.8

Примечание. 1 – неповрежденное зерно, 2 – изменение содержания в поврежденном зерне (%). Полужирным шрифтом выделены общее содержание аминокислот и содержание незаменимых и заменимых аминокислот.

откладке яиц вариантам минерального фона 1, а в фазы полного формирования бобов и их зеленой спелости – повышенного фона 2. В опытах с биопрепаратом Ризоторфин и микроудобрением Тенсо Коктейль в фазы начала и полного образования бобов зерновки откладывали яйца на бобы гороха преимущественно в опытах с Тенсо Коктейлем, а в фазу зеленой спелости бобов – с Тенсо Коктейлем + Ризоторфином, что также было обусловлено лучшим развитием растений гороха в этих вариантах.

Наибольшая поврежденность гороха восприимчивого сорта Флагман 9 личинками зерновки наблюдалась в опытах с предпосевной обработкой семян микроудобрением Тенсо Коктейль, при повышенных дозах внесения минеральных удобрений и в севообороте с сидеральным паром (табл. 10).

Таблица 9. Сезонная динамика распределения количества яиц гороховой зерновки на бобах гороха сорта Флагман 9 в 2007 г.

Вариант опыта	Фаза развития гороха и дата учета							
	Цветение, плодобразование; 16 июня		Полное образование бобов, 2 июля		Зеленая спелость бобов, 10 июля			
	Число осмотренных растений	Число яиц на 1 растении	Число осмотренных растений	Число яиц на 1 растении	Число осмотренных растений	Число яиц на 1 растении		
Севооборот с занятым паром	141	0.26 ± 0.03	132	0.85 ± 0.08	122	1.66 ± 0.15		
Севооборот с сидеральным паром	164	<b>0.47</b> ± 0.04	131	<b>1.06</b> ± 0.10	115	<b>1.84</b> ± 0.17		
Без внесения удобрений и предпосев- ной обработки семян	86	0.38 ± 0.04	71	0.98 ± 0.10	61	1.70 ± 0.15		
Внесение минеральных удобрений: Фон 1 (N <sub>36</sub> P <sub>119</sub> K <sub>103</sub> , N <sub>62</sub> P <sub>122</sub> K <sub>14</sub> )	103	<b>0.44</b> ± 0.04	85	1.01 ± 0.09	59	1.83 ± 0.15		
Фон 2 (N <sub>89</sub> P <sub>166</sub> K <sub>277</sub> , N <sub>82</sub> P <sub>154</sub> K <sub>18</sub> )	107	0.28 ± 0.03	91	<b>1.09</b> ± 0.08	80	<b>1.88</b> ± 0.16		
Предпосевная обработка семян био- препаратом и микроудобрением: Ризоторфин	66	0.35 ± 0.04	62	0.90 ± 0.08	56	1.75 ± 0.18		
Тенсо коктель	81	<b>0.47</b> ± 0.05	65	<b>1.01</b> ± 0.11	61	1.66 ± 0.14		
Ризоторфин + тенсо коктель	79	0.26 ± 0.03	65	0.94 ± 0.08	59	<b>1.89</b> ± 0.19		
НСР <sub>0.05</sub>		0.15	0.18	0.21	НСР <sub>0.05</sub>	0.15		

Примечание. Полужирным шрифтом выделены максимальные значения.

**Таблица 10.** Поврежденность зерна гороха Флагман 9 гороховой зерновкой (%) при использовании разных агротехнических приемов

Вариант опыта	Поврежденность зерен в бобах, %							
	крупных		средних		мелких		средняя	
Севооборот с занятым паром	18.2	± 1.6	17.5	± 1.5	11.2	± 0.9	16.2	± 1.4
Севооборот с сидеральным паром	21.4	± 1.8	15.8	± 1.4	12.4	± 1.1	<b>17.3</b>	± <b>1.6</b>
Без внесения удобрений и предпосевной обработки семян	19.9	± 1.7	13.8	± 1.1	12.3	± 1.0	15.7	± 1.3
Внесение минеральных удобрений:								
Фон 1 (N <sub>56</sub> P <sub>119</sub> K <sub>10</sub> , N <sub>62</sub> P <sub>122</sub> K <sub>14</sub> )	19.6	± 1.9	17.2	± 1.6	10.2	± 0.8	16.4	± 1.5
Фон 2 (N <sub>89</sub> P <sub>166</sub> K <sub>27</sub> , N <sub>82</sub> P <sub>154</sub> K <sub>18</sub> )	22.5	± 2.0	18.0	± 1.7	10.8	± 0.9	<b>18.2</b>	± <b>1.7</b>
Предпосевная обработка семян биопрепаратом и микроудобрением:								
Ризоторфин	16.1	± 1.4	13.9	± 1.1	12.9	± 1.1	14.1	± 1.2
Тенсо Коктейль	25.3	± 2.2	19.2	± 1.7	14.1	± 1.3	<b>20.7</b>	± <b>1.9</b>
Ризоторфин + Тенсо Коктейль	21.0	± 2.1	17.4	± 1.5	6.8	± 0.6	16.6	± 1.5
НСР <sub>0,05</sub>	5.2		3.5		4.2		3.6	

Примечание. Полужирным шрифтом в графе «средняя» выделены максимальные значения.

Поврежденность зерен личинками зерновки в относительно крупных бобах была в 1.1–1.4 (в среднем в 1.2) раза больше, чем в средних, и в 1.6–3.1 (1.9) раза больше, чем в мелких.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ

Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* L.) – узкий олигофаг однолетних бобовых трав рода *Pisum* L., в котором в настоящее время различают 3 вида (Maxted, Ambrose, 2001). Горох красно-желтый (*Pisum fulvum* Sibth. et Smith) – хорошо морфологически обособленный дикорастущий вид, распространенный в Леванте и, по-видимому, захватывающий в Малую Азию и Аравию. Горох посевной (*Pisum sativum* L.) отличается большим морфологическим и генетическим разнообразием, встречается в диком состоянии в Средиземноморье и Передней Азии, в культуре распространен по всему миру. Принято условное деление посевного гороха на два подвида, дикий и культурный: культурные формы относятся к подвиду *P. sativum* L. subsp. *sativum*, а все дикие формы объединены в подвид *P. sativum* L. subsp. *elatius* (Bieb.) Asch. et Graebn. Горох абиссинский (*Pisum abyssinicum* A. Br.), эндемичный для Эфиопии и Йемена, морфологически сходен с *P. sativum* и некоторыми авторами рассматривается как его подвид *P. sativum* subsp. *abyssinicum* (A. Br.) Berger (Говоров, 1937; Костерин, 2015). Центром происхождения гороха посевного (*P. sativum*) одни авторы считают Ближний Восток, откуда он распространился на восток до Кавказа, Ирана и Афганистана и на запад до Средиземноморья (Smýkal et al., 2011), другие – Восточное Средиземноморье, откуда он расселился на запад по Северной Африке, проник в Южную Европу, затем в ходе обратной восточной миграции вновь проник в Восточное Средиземноморье, встретившись с предковой формой в Закавказье и Малой Азии (Костерин, 2017). Основное кормовое растение гороховой зерновки – горох посевной, и в настоящее время она распространена прак-

тически во всех районах его возделывания. Большинство сортов культурной формы гороха восприимчиво к этому вредителю. Наиболее устойчив к гороховой зерновке горох красно-желтый *P. fulvum*. В настоящее время у него обнаружены три группы генов устойчивости к зерновке, перспективных в селекции устойчивых к *B. pisorum* сортов гороха посевного. В популяции гибридов  $F_2$  *P. sativum* и *P. fulvum* было выявлено 3 главных и 5 второстепенных участков ДНК (получивших название локусов количественных признаков (ЛКП), которые содержат гены, отвечающие за тот или иной количественный признак, либо сцепленные с ними гены), ответственных за устойчивость к гороховой зерновке за счет гибели личинок в семядолях; 3 главных и 2 второстепенных ЛКП устойчивости за счет неспособности личинок проникнуть в семена, и один ЛКП устойчивости за счет неспособности личинок проникнуть внутрь боба (Aryamanesh et al., 2014; Костерин, 2017). К практическим показателям сравнительной устойчивости сортов гороха посевного к гороховой зерновке относятся относительное количество семян с признаками успешного развития в них личинок и выхода имаго зерновки после уборки урожая, а также число яиц, отложенных самками на зеленые бобы (Hardie, 1992). Зерно в полной спелости у устойчивых сортов содержит повышенное содержание белка, в створках зеленых бобов и семенной кожуре повышается содержание фенольных соединений, в частности, танинов; крупные семена кремового цвета с более тонкой семенной кожурой повреждаются сильнее, чем более мелкие и зеленые семена с утолщенной семенной оболочкой. К важным факторам устойчивости гороха посевного к гороховой зерновке относятся степень одревеснения пергаментного слоя створок бобов ко времени отрождения личинок зерновки, препятствующего их внедрению в бобы; обусловленное неопластическим геном (*Np*) образование в местах прикрепления яиц зерновки на створках бобов опухолевидных наростов, препятствующих проникновению личинок в бобы. Чем короче период вегетации, меньше продолжительность цветения гороха и длина бобов, тем устойчивее сорт к гороховой зерновке. Среди испытанных сортов гороха посевного высокую устойчивость к гороховой зерновке проявили листочковый сорт зеленого горошка Selvay (США), усатый сорт Усач интенсивный и образцы местных форм гороха ВИРа: 6559 (Афганистан), 2380 (Грузия), Ахалкалакский (Грузия) с поврежденностью семян личинками зерновки менее 1 %. К устойчивым и средне устойчивым относились листочковые сорта New Slasan normal, Тулунский зеленый, Титан, усатый сорт Витязь, образцы местной формы гороха ВИРа 1923 (Грузия), гороха полевого Орпела, подвида *Pisum sativum elatius* (Палестина), поврежденность семян которых личинками зерновки составляла 1.1–4.5 %.

В лесостепи Самарской обл. годичный цикл гороховой зерновки моновольгинный с зимовкой имаго в зернах гороха или во вторичных укрытиях среди растительных остатков. На посевах гороха жуки появляются в период бутонизации и начала цветения, дополнительно питаются пыльцой, спариваются и приступают к откладке яиц на формирующиеся зеленые плоды. Чем дружнее всходы и быстрее протекают развитие и созревание гороха, тем короче период развития на нем зерновки, и, напротив, чем более растянуты фазы развития гороха, тем длительнее цикл онтогенеза этого жука. Продолжительность развития поколения гороховой зерновки от яйца до имаго –  $66 \pm 8$  дней при сумме положительных температур за период развития около  $1350 \text{ }^\circ\text{C}$ .

В лабораторных опытах наибольшая плодовитость самок гороховой зерновки наблюдалась при дополнительном питании имаго на луцильных белоцветковых желто- и зеленозерных сортах с крупными бобами и семенами. На более устойчивых к зерновке

овощных белоцветковых сортах с мозговыми семенами, кормовых сортах с красными и фиолетовыми цветками и темными или крапчатыми семенами, а также на мелкозерных фиолетовоцветковых сортах с темной окраской семян (Мушунги) она была в 2–2.5 раза ниже. В полевых условиях в 2002 и 2003 гг. наибольшее количество жуков в период цветения гороха и яиц, отложенных на формирующиеся бобы, отмечено на детерминантном усатом сорте Флагман 9 с ограниченным ростом стебля, высотой 60–75 см; минимальное число – на индетерминантных сортах листочковом Воронежский и усатом Самарец с неограниченным ростом, высотой 80–110 см.

На поврежденность семян гороха помимо биологических особенностей и устойчивости сорта наибольшее влияние оказывали метеоусловия года. Чем меньше было количество осадков в период вегетации гороха (май–июль), тем выше была поврежденность его семян личинками зерновки. Поврежденность семян гороха у усатых короткостебельных и детерминантных сортов с ограниченным ростом стебля была выше, чем у листочковых и усатых индетерминантных длинностебельных сортов с неограниченным ростом стебля. Средняя поврежденность семян гороха у восприимчивых сортов нарастала от 2–4 % в 1998–1999 гг. до 64 % в 2002 г. и затем снижалась до 12 % в 2007 г.

В полевых условиях при посеве семян, не поврежденных личинками зерновки, потери урожайности зерна и вредоносность гороховой зерновки зависят от массы и количества поврежденных зерен в урожае. В 2002 г. масса поврежденных зерен гороха уменьшалась на 16–24, в 2003 г. – на 17–23 % по сравнению с неповрежденными зёрнами, а потери урожайности зерна при его поврежденности соответственно 51–74 и 6–24 % составили 11–13 и 1.5–4.4 %.

Высокая вредоносность гороховой зерновки обусловлена низкой полевой всхожестью семян гороха, поврежденных личинками зерновки. В Кинельском р-не в 2006 г. полевая всхожесть поврежденных семян снижалась на 76–85, а количество растений перед уборкой на 83–91 % по сравнению этими показателями при посеве неповрежденных семян. Разреженность всходов гороха, полученных при посеве поврежденных семян, способствовала увеличению площади питания растений и уменьшению их высоты при возрастании количества бобов и среднего числа зерен на растении по сравнению с посевом неповрежденных семян. Однако бобы и зерна в них в опытах с посевом поврежденных семян были более мелкими. В результате биологическая урожайность зерна гороха в опыте с посевом поврежденных семян уменьшалась на 84–92 % по сравнению урожайностью при посеве неповрежденных семян. В Безенчукском р-не в 2003 г. полевая всхожесть семян гороха, поврежденных личинками зерновки, составляла 44–70 %. Аналогичные результаты были получены и другими исследователями. В Алтайском крае масса поврежденных личинками зерновки семян снижалась на 29, а их полевая всхожесть на 90 % (Садовников, 2009); в Болгарии эти показатели уменьшались соответственно на 2–12 и 66–68 %, а урожайность растений, полученных из поврежденных семян, – на 22–35 % (Nikolova, 2016a). В Орловской обл. полевая всхожесть семян восприимчивых сортов гороха уменьшалась на 60–92, устойчивых – на 18–36 % (Зубарева, 2006).

Под действием личинок зерновки в поврежденном ими зерне гороха возрастают его зольность, содержание белков и аминокислоты триптофана; уменьшается содержание сахаров, крахмала, аминокислот лизина, треонина, аланина, аспарагиновой кислоты и серина по сравнению с неповрежденным зерном.

Среди приемов возделывания гороха в течение всего периода откладки яиц зерновки отдавали предпочтение севообороту с сидеральным паром, внесением рекомендуемых и повышенных доз минеральных удобрений перед посевом; в фазы начала и полного образования бобов – вариантам с предпосевной обработкой семян микроудобрением тенсо коктейлем, а в фазу зеленой спелости бобов – тенсо коктейлем + ризоторфином, что было обусловлено лучшим развитием растений гороха в этих вариантах. Наибольшая поврежденность семян гороха восприимчивого сорта Флагман 9 личинками зерновки наблюдалась в севообороте с сидеральным паром, повышенных дозах внесения минеральных удобрений, в опытах с предпосевной обработкой семян микроудобрением тенсо коктейль. Для откладки яиц и развития личинок зерновка отдавала предпочтение крупным бобам с наиболее крупными зернами. Поврежденность зерен личинками зерновки в относительно крупных бобах была в 1.2 раза больше, чем в средних, и в 1.9 раза больше, чем в мелких.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вахитова Р. К. 2009. Повреждаемость сортообразцов гороха брухусом (*Bruchus pisorum* L.) в условиях республики Башкортостан. Вестник Орловского государственного университета **6**: 99–102.
- Говоров Л. И. 1937. Горох. В кн.: Культурная флора СССР. Т. IV. Зерновые бобовые. М.; Л.: Государственное издательство совхозной и колхозной литературы, с. 229–336.
- Зубарева К. Ю. 2005. Фенольные соединения – элемент защиты растений от гороховой зерновки. В кн.: Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства: материалы научно-практических конференций молодых ученых и аспирантов факультета агробизнеса и экологии. Орел: ОрелГАУ, с. 141–143.
- Зубарева К. Ю. 2006. Структурно-биохимические особенности *Pisum sativum* L., определяющие их устойчивость к *Bruchus pisorum* L. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Воронеж: Воронежский государственный университет, 24 с.
- Кнечунас С. В. 2010. Основные вредители генеративных органов гороха и контроль их численности в Центральной Лесостепи Украины. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Киев: Институт защиты растений УААН, 22 с.
- Костерин О. Э. 2015. Перспективы использования диких сородичей в селекции гороха (*Pisum sativum* L.). Вавиловский журнал генетики и селекции **19** (2): 154–164.
- Костерин О. Э. 2017. Эволюция и геогеография дикорастущих форм рода Горох (*Pisum* L.). Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. Новосибирск: Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, 324 с.
- Малаханов Ю. А. 1985. Содержание фенольных соединений в генеративных органах гороха и его устойчивость к гороховой зерновке. Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений **60**: 45–48.
- Малаханов Ю. А. 1988. Показатель устойчивости гороха к гороховой зерновке. Бюллетень Всесоюзного научно-исследовательского института защиты растений **70**: 27–29.
- Мигулин А. А. 1983. Сельскохозяйственная энтомология. М.: Колос, 415 с.
- Поддубная Е. Н., Приданикова Е. Б. 2013. Защита гороха от вредных организмов в Западной Сибири. Защита и карантин растений **6**: 18–20.
- Садовников г. г. 2009. Биологические особенности, распространенность, вредоносность и разработка мер борьбы с гороховой зерновкой (*Bruchus pisorum* L.) в Алтайском крае. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Курган: Курганская ГСХА, 22 с.
- Шапиро И. Д., Вилкова Н. А., Шустер М. М., Малаханов Ю. А. 1987. Усовершенствованные методические указания по оценке устойчивости образцов гороха к гороховой зерновке. Л.: ВИЗР, 25 с.
- Шпанев А. М., Лаптев А. Б. 2015. Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* L.) в Каменной Степи Воронежской области. Вестник защиты растений **86** (4): 36–40.
- Armstrong E. 2005. Managing pea weevil. NSW Department of Primary Industries. Pulse Point **4** (3): [http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0020/157034/pulse-point-04.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0020/157034/pulse-point-04.pdf).
- Aryamanesh N., Zeng Y., Byrne O., Hardie D. C., Al-Subhi A. M., Khan T., Siddique K. H. M., Yan G. 2014. Identification of genome regions controlling cotyledon, pod wall/seed coat and pod wall resistance to pea weevil through QTL mapping. Theoretical and Applied Genetics **127**: 489–497.
- Bain A. 1998. A seventeenth century beetle fauna from colonial Boston. Historical Archaeology **32** (2): 38–48.

- Baker G. 2016. Pea Weevil. *South Australian Research and Development Institute (SARDI)*. Entomology. Fact Sheet: [www.pir.sa.gov.au/\\_data/.../pdf.../Pea\\_Weevil\\_Fact\\_Sheet...](http://www.pir.sa.gov.au/_data/.../pdf.../Pea_Weevil_Fact_Sheet...)
- Berdnikov V. A., Trusov Y. A., Bogdanova V. S., Kosterin O. E., Rozov S. M., Nedel'kina S. V., Nikulina Y. N. 1992. The neoplastic pod gene (*Np*) may be a factor for resistance to the pest *Bruchus pisorum* L. *Pisum Genetics* **24**: 37–39.
- Ceballos R., Fernández N., Zúñiga S., Zapata N. 2015. Electrophysiological and behavioral responses of pea weevil *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Bruchidae) to volatiles collected from its host *Pisum sativum* L. *Chilean Journal of Agricultural Research* **75** (2): 202–209.
- Doss R. P., Oliver J. E., Proebsting W. M., Potter S. W., Kuy S., Clementi S. L., Williamson R. T., Carney J. R., DeVilbiss E. D. 2000. Bruchins: insect-derived plant regulators that stimulate neoplasm formation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **97** (11): 6218–6223.
- Gari A. T. 2015. Pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) Resistance and Genetic Diversity in Field Pea (*Pisum sativum* L.). Doctoral Thesis. Alnarp: Swedish University of Agricultural Sciences. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, 38 p.
- Hardie D. C. 1992. Resistance to the Pea Weevil in *Pisum* Species. Thesis submitted for the degree of doctor of philosophy. Adelaide: The University of Adelaide, Faculty of Agricultural and Natural Resource Sciences, Department of Plant Science, 140 p.
- Horne J., Bailey P. 1991. *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Bruchidae) control by knockdown pyrethroid in field peas. *Crop Protection* **10** (1): 53–56.
- Maxted N., Ambrose M. 2001. Peas (*Pisum* L.). In: N. Maxted, S. J. Bennett (eds). *Plant Genetic Resources of Legumes in the Mediterranean*. (Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture, vol. 39). Dordrecht; London: Kluwer Academic Publishers, pp. 181–190.
- Mendesil E., Rämert B., Anderson P., Hilbur Y. 2015. Pea weevil (*Bruchus pisorum* L.) threatens field pea production in Ethiopia: Prospects of integrated pest management (IPM). *Genetic Resources and Crop Evolution* **62**: 525–538.
- Morton R. L., Schroeder H. E., Bateman K. S., Chrispeels M. J., Armstrong E., Higgins T. J. V. 2000. 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 of the United States of America* **97** (8): 3820–3825.
- Newman L. J. 1932. The pea weevil (*Bruchus pisorum* Linn.). *Journal of the Department of Agriculture of Western Australia* **2** (9): 297–300.
- Nikolova I. 2015. Variability in spring pea (*Pisum sativum* L.) varieties for tolerance to *Bruchus pisorum* L. (Coleoptera: Bruchidae). *Banat's Journal of Biotechnology* **6** (11): 36–44.
- Nikolova I. 2016a. Pea weevil damage and chemical characteristics of pea cultivars determining their resistance to *Bruchus pisorum* L. *Bulletin of Entomological Research* **106**: 268–277.
- Nikolova I. M. 2016b. Response of pea varieties to damage degree of pea weevil, *Bruchus pisorum* (L.). *Scientifica* (Hindawi Publishing Corporation), Article ID 8053860: 7 pp. <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8053860>.
- Reddy G. V. P., Sharma A., Gadi R. L. 2017. Biology, ecology, and management of the pea weevil, *Bruchus pisorum* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America* **20** (10): 1–11.
- Reddy G. V. P., Beauzay P. B., Eigenbrode S. D., Knodel J. J., Prochaska T. J., Varenhorst A. J., Wagner P. M., Wanner K. W. 2018. Pea weevil, *Bruchus pisorum* (L.) (Coleoptera: Chrysomelidae). In: J. J. Knodel, T. J. Prochaska, J. S. Pasche (eds). *Pulse Crop Insect Diagnostic Series. Field Pea, Lentil and Chickpea*. E1877-6: e1877.pdf.
- Săpunaru T., Filipescu C., Georgescu T., Bild Y.-C. 2006. Behaviour of grains pea and field pea lines and varieties to the attack caused by *Bruchus pisorum* L. at the agricultural research station of Podu-Iloaiei, Iași Contu. *Cercetari Agronomice in Moldova* **39** (3): 23–31.
- Scheepers L. C. 2012. Genetic Origins of the Introduced Pea Weevil (*Bruchus pisorum*) Population in Ethiopia. Dissertation submitted in fulfilment of the requirements for the degree of Magister Scientiae. Bloemfontein: University of the Free State, Department of Genetics, 97 p.
- Smykal P., Kenicer G., Flavell A. J., Corander J., Kosterin O., Redden R. J., Ford R., Coyne C. J., Maxted N., Ambrose M. J., Ellis N. T. H. 2011. Phylogeny, phylogeography and genetic diversity of the *Pisum* genus. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* **9** (1): 4–18.

DEVELOPMENT AND HARMFULNESS OF THE PEA WEEVIL,  
*BRUCHUS PISORUM* (L.), IN THE FOREST-STEPPE  
OF THE MIDDLE VOLGA REGION

V. G. Kaplin, A. I. Katyuk, V. G. Vasin, O. A. Belousova, A. V. Vasin

*Key words:* seasonal development, fertility, stability of varieties, grain damage, yield losses, chemical composition, methods of cultivation.

SUMMARY

The paper summarizes data on the seasonal development and fertility of the pea weevil, *Bruchus pisorum* L., its impact on the chemical composition of the seeds, damage to pea seeds by the weevil larvae, pea resistance to the weevil and productivity, assessment of the pest harmfulness and its dependence on the methods of pea cultivation. Studies were carried out in the Samara Province in 1989–2007 in the southern part of the forest-steppe zone (Bezenchuk and Kinel districts) by conventional methods in small-scale field experiments and on production fields. The data obtained were statistically processed using dispersion and correlation analyses. The faster was the development and maturation of pea, the shorter the period of development of weevil on it was. Average duration of additional feeding of adults with pea pollen before egg-laying was about  $18 \pm 3$ , egg development  $8 \pm 2$ , larvae  $36 \pm 5$ , pupae  $23 \pm 3$ , generation from egg to adult  $66 \pm 8$  days, the sum of positive temperatures during the period of development of about 1350 °C. In laboratory experiments, the highest fertility of pea weevil females was observed with additional feeding of adults on susceptible pea varieties. The fertility decreased by 2–2.5 times on more resistant varieties. In the field, the greatest numbers of adults during the flowering period of peas and eggs laid on the forming beans were observed on determinant varieties with limited growth of stems. The shorter the growing season and the duration of pea flowering, and the less the length of beans were, the less the damage to the pea by the weevil was. Among the tested pea varieties Selvay (USA), Moustache intensive; seed samples of local forms of peas from All-Russia Institute of Plant Growing (VIR): 6559 (Afghanistan), 2380 (Georgia), Akhalkalakiy (Georgia) with less than 1% of seeds damaged by the weevil larvae manifested high resistance to the weevil. New Slasan normal, Tulunskiy green, Titanium, Vitjaz, a local form (VIR) 1923 (Georgia), field pea Orpela, subspecies *Pisum sativum elatius* (Palestine) were relatively resistant to *Bruchus pisorum*, the damage of their seeds by weevil larvae amounted to 1.1–4.5%. The damage of pea seeds by weevil larvae negatively correlated with the precipitation during the growing season of peas (May–July) ( $r = -0.499$ ). The damage of pea seeds to the weevil larvae in relatively large beans was 1.2 times that in medium-sized, and 1.9 times that in small ones. The average damage to pea seeds in susceptible varieties increased from 2–4% in 1998–1999 to 64% in 2002 and then decreased to 12% in 2007. In the field, when seeds undamaged by the weevil larvae are sown, the loss of grain yield and the weevil harmfulness depend on the weight and number of damaged grains in the yield. The weight of damaged pea grains decreased by 16–24%, compared to undamaged grains, and the loss of grain pea yield was 2–13%. High harmfulness of *B. pisorum* is caused by low field germination of pea seeds damaged by the weevil larvae. Field germination of damaged seeds decreased by 44–85%, compared to the sowing of undamaged seeds. Sparse shoots of pea from damaged seeds contributed to an increase in the area of plant nutrition, reducing their height, with an increase in the number of beans and the average number of grains on the plant, compared with the sowing of undamaged seeds. Biological grain yield of pea in the experiment with the seeding of damaged seeds was reduced by 48–92%. Under the action of the weevil larvae content of ash, protein and amino acid tryptophan increases in the damaged pea grains. Content of sugars, starch, amino acids lysine, threonine, alanine, aspartic acid and serine decreases compared to that in undamaged grain. In the period of the egg laying the weevils preferred crop rotation with green manure, applying the recommended and increased doses of mineral fertilizers, and crops with inoculation of pea seeds with microfertilization tenso cocktail, or with double inoculation with tenso cocktail + rhizotorphin, which was due to a better development of the pea plants. The greatest damage to pea seeds by the weevil larvae was also observed in these variants.