

УДК 632.7.04:632.937:634.13

UDC 632.7.04:632.937:634.13

DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-254-268

DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-254-268

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ  
К РАЗРАБОТКЕ  
ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ  
НАСАЖДЕНИЙ ГРУШИ  
ОТ ГРУШЕВОЙ МЕДЯНИЦЫ**

**BIOLOGICAL APPROACHES  
TO THE DEVELOPMENT  
OF INTEGRATED PROTECTION  
OF PEAR PLANTS  
FROM PEAR PSYLLA**

Диденко Надежда Александровна  
младший научный сотрудник  
лаборатории защиты  
и токсикологического мониторинга  
многолетних агроценозов  
e-mail: [didenko-n.a@mail.ru](mailto:didenko-n.a@mail.ru)

Didenko Nadezhda Aleksandrovna  
Junior Research Associate  
of Laboratory of Protection  
and Toxicological Monitoring  
of Perennial Agroecosystems  
e-mail: [didenko-n.a@mail.ru](mailto:didenko-n.a@mail.ru)

Подгорная Марина Ефимовна  
канд. биол. наук  
зав. лабораторией защиты  
и токсикологического мониторинга  
многолетних агроценозов  
e-mail: [plantprotecshion@yandex.ru](mailto:plantprotecshion@yandex.ru)

Podgornaya Marina Efimovna  
Cand. Biol. Sci.  
Head of Laboratory of Protection  
and Toxicological Monitoring  
of Perennial Agroecosystems  
e-mail: [plantprotecshion@yandex.ru](mailto:plantprotecshion@yandex.ru)

*Федеральное государственное  
бюджетное научное учреждение  
«Северо-Кавказский федеральный  
научный центр садоводства,  
виноградарства, виноделия»,  
Краснодар, Россия*

*Federal State Budget  
Scientific Institution  
«North Caucasian Regional  
Research Institute of Horticulture,  
Viticulture, Wine-making»,  
Krasnodar, Russia*

В данной статье представлен аналитический обзор современных мировых источников литературы, нацеленный на разработку экологизированных схем защиты груши от основного вредителя – грушевой медяницы *Psylla pyri* L. (*Cacopsylla pyricola*) (Homoptera: Psyllidae). На основе мирового опыта установлено, что в условиях теплого климата грушевая медяница может давать до 5 генераций в год. Сроки обработок препаратами против грушевой медяницы, имеют большое значение, так как рекомендуемые инсектициды эффективны только на определенных стадиях вредителя. Представлены препараты, применяемые в контроле численности *Psylla pyri* L. в насаждениях груши в различных странах мира. Показана эффективность Инсегара,

This article provides an analytical review of modern world literature sources aimed at the development of green schemes for protecting pears from the main pear pest, the *Psylla pyri* L. (*Cacopsylla pyricola*) (Homoptera: Psyllidae). On the basis of world experience, it has been established that in a warm climate, pear psylla can produce up to 5 generations per year. The timing of treatments with preparations against pear psylla is of great importance, since the recommended insecticides are effective only at certain stages of the pest. The preparations used in the control of the numbers of *Psylla pyri* L. in pear plantations in various countries of the world are presented. The effectiveness of Insegar, VDG (250 g/kg fenoxycarb), kaolin,

ВДГ (250 г/кг феноксикарба), каолина, эритрита и микробиологических препаратов на основе *Metarhizium brunneum* (Штамм F52 содержащий  $5,5 \times 10^9$  конидия  $\text{мл}^{-1}$ ) и *Beauveria bassiana* (титр не менее  $2 \times 10^9$  КОЕ/г) против фитофага, а также данные по использованию интродуцированных энтомофагов *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: *Anthocoridae*), выпуск которого приводил к сокращению численности *Cacopsylla pyricola* на 31-40 %. Полученные данные показывают, что яйца, отложенные обработанными в сентябре феноксикарбом самками, имели большой процент стерильных. Применения каолина в феврале и марте привели к снижению количества яиц грушевой медяницы почти на 100 %. Ежедневные обработки 20 % раствором эритрита вызывали гибель 80-85 % *Psylla pyri*. Обработка препаратом на основе *Metarhizium brunneum* уменьшала количество яиц медяниц и молодых нимф (первого и второго возрастов), приводя к 88% смертности фитофага. Полученные данные показывают, что применение всех этих способов борьбы позволяет существенно сократить численность вредителя *Psylla pyri* в грушевых ценозах.

**Ключевые слова:** ГРУША, ГРУШЕВАЯ МЕДЯНИЦА, *PSYLLA PYRI* L., СИСТЕМА ЗАЩИТЫ, БИОЛОГИЗАЦИЯ

erythritol and microbiological preparations based on *Metarhizium brunneum* (strain F52 containing  $5.5 \times 10^9$  conidia  $\text{ml}^{-1}$ ) and *Beauveria bassiana* (titre not less than  $2 \times 10^9$  CFU/g) against phytophage, as well as data of the application of introduced entomophages *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: *Anthocoridae*), the release of which led to a decrease in the numbers of *Cacopsylla pyricola* by 31-40 % is presented. The obtained data shows that the eggs laid by females treated in September with phenoxycarb had a high percentage of sterile ones. The applications of kaolin in February and March resulted in almost 100 % reduction in the number of pear psylla eggs. Weekly treatments with 20 % erythritol solution caused 80-85 % death of *Psylla pyri*. Treatment with a preparation based on *Metarhizium brunneum* reduced the number of psylla eggs and young nymphs (first and second instars), leading to 88% mortality of the phytophage. The obtained data shows that the application of all these control methods can significantly reduce the numbers of the pest *Psylla pyri* in pear cenoses.

**Key words:** PEAR, PEAR PSYLLA, *PSYLLA PYRI* L., PROTECTION SYSTEM, BIOLOGIZATION

**Введение.** Культура груши культивируется во всем мире. Плоды груши – богатый источник антиоксидантов и клетчатки, а также они содержат много витаминов и минералов [1]. В мире производится около 30 миллионов тонн груши в год. Китай является крупнейшим производителем в мире. Российская Федерация выращивает примерно 66 тысяч тонн груши в год и занимает 26 место в мировом списке стран-производителей [2]. Дополнительно в страну ежегодно ввозится 220-270 тысяч тонн плодов груши.

Основное сокращение посадок груши в РФ происходит из-за того, что она сильно повреждается сосущими вредителями, основным из которых является обыкновенная грушевая медяница *Psylla pyri* L. (синоним – *Cacopsylla pyri* L.) [3].

В данной статье представлен обзор литературы, связанный с элементами технологии защиты грушевых ценозов в контроле численности грушевой медяницы.

**Обсуждение.** Защита растений в современном плодоводстве опирается на точные сроки мониторинга и борьбы с популяциями вредителей. В течение всего сезона должны быть исследованы отдельные стадии жизненного цикла насекомых, чтобы установить уровни экономического ущерба и проверить необходимость принятия мер борьбы [3].

*Psylla pyri* L. серое или жёлто-бурое мелкое насекомое, около 3 мм длиной, с четырьмя прозрачными крыльями, сложенными над спинкой крышеобразно. Окраска тела зимних форм тёмно-коричневая, летних – жёлто-бурая. На задней части груди характерный рисунок из тёмно-коричневых полос и пятен (рис. 1).



Рис. 1. Имаго грушевой медяницы

Яйцо овальное, светло-жёлтое с коротким стебельком. Самки откладывают яйца на ветки, побеги и листья, вдоль главной жилки (рис. 2).



Рис. 2. Яйцекладка *Psylla pyri* L.

Личинки плоские, светло-жёлтого цвета, с тёмными пятнами на спинной стороне. Нимфы зеленовато-коричневого цвета. Вредят личинки и взрослые медяницы, высасывая сок из почек, листьев, черешков, цветоножек, побегов и плодов. Повреждённые органы недоразвиваются, завязи и листья опадают, плоды приобретают уродливую форму и деревенеют, ветви усыхают. Медяница выделяет большое количество липких сахаристых экскрементов («медвяная роса») (рис. 3). На загрязнённой поверхности развиваются сапрофитные грибы [4].



Рис. 3. «Медвяная роса» на листьях груши

Самцы и самки грушевой медяницы зимуют в щелях коры деревьев, под опавшими листьями. Выход из зимней диапаузы при набухании почек, при достижении среднесуточной температуры  $+2 \dots +3 \text{ }^\circ\text{C}$ , по некоторым данным при температуре  $-2 \dots -3 \text{ }^\circ\text{C}$ , с потеплением днём. Спаривание начинается при повышении среднесуточной температуры до  $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Откладка яиц начинается только тогда, когда среднесуточная температура  $+10 \text{ }^\circ\text{C}$  держится в течение минимум двух дней. Имеет 4-5 генераций в год. Плодовитость от 56 до 717 яиц. Самцы погибают вскоре после спаривания. Отрождение личинок отмечается во второй половине апреля и совпадает с распусканием плодовых почек [3, 5].

Зимующие яйца медяницы не холодостойки, плохо выдерживают сильные перепады температур. Для завершения эмбрионального развития яйца необходима сумма эффективных температур  $170-190 \text{ }^\circ\text{C}$ . Для развития первого поколения вредителя требуется сумма эффективных температур  $230-240 \text{ }^\circ\text{C}$ , для летних генераций –  $520-584 \text{ }^\circ\text{C}$ . Нижний порог развития  $6 \text{ }^\circ\text{C}$ ; верхний –  $36 \text{ }^\circ\text{C}$ . Оптимальные условия для жизнедеятельности насекомых: среднесуточная температура воздуха –  $21-27 \text{ }^\circ\text{C}$ , влажность –  $70-80 \%$ . Обильные ливневые дожди могут значительно снижать численность медяницы [6].

Сроки обработок препаратами против грушевой медяницы – *Cacopsylla pyri* L. (Homoptera: Psyllidae) – имеют большое значение, поскольку рекомендуемые инсектициды эффективны только на определенные стадии развития вредителя. Основные обработки направлены на яйца и/или молодые личинки второго поколения [7].

Для контроля численности сосущих вредителей в странах Евросоюза и США применяют препараты на основе фосфорорганических соединений (ФОС), пиретроидов и других высокотоксичных веществ (табл. 1) [8-10].

Таблица 1 – Инсектициды, применяемые для контроля численности грушевой медяницы в насаждениях груши (страны Евросоюза, США и др.)

Название	Химическая группа	ЛД50 для крыс (мг/кг)	Класс опасности для человека	Класс опасности для пчел
Дельтаметрин (Децис 200 г/кг)	Пиретроиды	128-138	3	1
Фенвалерат (Сумицидин, 100 г/л)		451	3	1
Циперметрин (Мастор, 50 г/л)		250-300	3	1
Азинфос- метил (Гузатион жидкий, 200 г/л)	Фосфорорганические соединения (ФОС)	16,4	Нет данных	Нет данных
Фосмет (Имидан, 500 г/кг)		Нет данных	Нет данных	Нет данных
Малатион (Малифос, 500 г/л)		400-1400	3	3
Пиримикарб (Пиримор, 500 г/л)	Карбаматы	111	Нет данных	Нет данных
Абамектин (Вертимек, 18 г/л)	Авермектины	13,6-29,7 для мышей	2	1

Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов (EFSA), которое занимается оценкой риска пестицидов, пересматривает нормы пестицидов, стремясь сократить их применение путем снижения МДУ (максимально допустимых уровней) веществ в продукции [11, 12].

В Российской Федерации системы защиты предусматривают до 20 обработок препаратами различных групп. Против сосущих вредителей используются инсектициды тех же групп что и в странах ЕС и США. Все они высокотоксичны для пчел и умеренно токсичны для человека.

Против зимующих стадий щитовок, ложнощитовок, клещей, тлей, медяницы, молей, червецов используют «Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» Препарат 30 Плюс [13].

Одним из альтернативных методов борьбы с грушевой медяницей является применение биорациональных препаратов с действующим веществом феноксикарб, который относится к группе регуляторов роста насекомых, аналог ювенильного гормона. В США (Вапато, округ Якима, Вашингтон) был проведен опыт, где грушевые деревья обрабатывали феноксикарбом в сентябре, ноябре и декабре, чтобы проверить весеннюю плодовитость взрослых особей медяницы. У самок феноксикарб стимулировал откладку яиц, причем наибольший эффект наблюдался при обработке в сентябре. Выживание грушевой медяницы весной составило 46-95 %. Однако наиболее интересные данные были получены весной. Яйца, отложенные обработанными самками, имели больший процент стерильных, отсюда следует, что феноксикарб влияет на развивающиеся яйца внутри самки [14, 15].

Еще одним методом сдерживания популяций вредителя является использование интродуцированных энтомофагов. Современный биологический контроль грушевой медяницы в Европе основан на применении и сохранении хищника *Anthocoris nemoralis* (F.) (Hemiptera: Anthocoridae). Полевые выпуски 10 или 30 нимф на дерево в начале мая и повторно через две недели приводили к сокращению численности *Cacopsylla pyricola* на 31-40 %. В саду, где изначально была высокая зараженность медяницей и выпускали только 10 нимф *Anthocoris nemoralis*, численность фитофага существенно не отличалась от контроля. В целом, взрослые имаго и нимфы хищного клопа привели к значительному сокращению численности фитофага [16-19]. Самка клопа весной, в сутки в среднем уничтожает около 34 личинок, личинка клопа – 29 личинок [20].

В Крыму Бахчисарайском районе в 2018 году было выпущено 4000 особей энтомофага *Anthocoris nemoralis* Fabr. двукратно в период лёта 3-ей генерации *Psilla pyri* L., численность на момент выпуска составляла 40 особей/10 пог.см. Установлено, что энтомофаг повреждал вредителя на стадии яйцекладки и нимф младших возрастов [9].

Одним из биологизированных методов борьбы с грушевой медяницей является обработка Каолином в ранневесенний период. Каолин – это гидратизированный алюминиевый силикат каолинита (глины), имеет вид порошка белого цвета с частицами в форме пластинок. В плодовых насаждениях он используется для защиты плодов от солнечных ожогов, за счет формирования пленки отражающих частиц на поверхности плодов. Было установлено, что распыляемый каолин эффективен против целого ряда насекомых-вредителей, таких как тля, грушевая медяница, плодовые мухи, чешуекрылые и жесткокрылые насекомые.

В Швейцарии, Обоне (2014-2015 года), в 8-летнем органическом грушевом саду Каолин (Surround® WP; Engelhard Corporation, Iselin, NJ, USA) применялся в концентрации 30 кг/1000 л/га в период полета перезимовавшего поколения *Psylla pyri*, чтобы предотвратить откладывание самками яиц на покрытые каолином листья и побеги. Обработки проводили: двукратно – 26 февраля и 20 марта; трехкратно – 26 февраля, 5 и 12 марта; шестикратно – 26 февраля, 5 и 12 марта, 23 апреля, 29 апреля и 7 мая. Дополнительные опрыскивания в апреле и мае были применены против взрослых *P. Pyri* второго поколения [21]. Выявлено, что даже два применения каолина в феврале и марте привели к снижению количества яиц грушевой медяницы почти на 100 %. Поскольку пленка частиц каолина не убивает насекомых, а действует как репеллент или барьер, при этом побочные эффекты на полезных членистоногих невелики [22].

Современные исследования доказали эффективность сахарозаменителя эритрита в качестве инсектицида. Эритрит – это побочный продукт, получаемый при ферментации глюкозы штаммом дрожжей *Moniliella pollinis* (van Beyma) (incertae sedis: *Moniliellaceae*). Весной 2019 года в США были проведены два независимых полевых испытания в садах груши сорта Бартлет. Опыт показал, что еженедельные обработки 20 % раствором эритрита из расчета 1 литр на дерево, приводят к гибели 80-85 % *Psylla pyri*.

Впервые было показано, что после обработки эритритом у грушевой медяницы отмечается нарушение двигательных функций и питания. Способ действия эритрита еще до конца не изучен, но считается, что накопление эритрита в гемолимфе насекомых повышает осмотическое давление и нарушает клеточные процессы [23].

Имеются также сведения об эффективности микробиологических препаратов. Микробные биопестициды, особенно энтомопатогенные грибы, имеют большой потенциал использования в качестве альтернативы химическим пестицидам. Энтомопатогенные грибы занимают первостепенное положение благодаря своему уникальному способу действия и способности заражать широкий спектр сосущих видов насекомых-вредителей. Они считаются экологически безопасными и представляют собой новые инструменты в борьбе с вредителями [24].

*Metarhizium brunneum* (Штамм F52 (Нурocreales: *Clavicipitaceae*), содержащий  $5,5 \times 10^9$  конидия  $\text{мл}^{-1}$ ) был оценен против *P. pyri* в юго-западной Турции (Анталия). Результаты показали, что обработка препаратом уменьшала количество яиц медяниц и молодых нимф (первого и второго возрастов), вызывая до 88 % смертности через 7 дней после обработки. Однако он был менее активен по отношению к старшим нимфам (с третьего по пятый возраст) и достигал только 51 % смертности через 7 дней после обработки (табл. 2) [25].

Таблица 2 – Смертность грушевой медяницы после обработки препаратом на основе *Metarhizium brunneum*, %

Стадии развития грушевой медяницы	1 год исследования, % смертности через 7 дней после обработки	2 год исследования, % смертности через 7 дней после обработки
Яйца грушевой медяницы	79	72
Молодые нимф (первого и возрастов)	88	82
Старшие нимфы (с третьего по пятый возраст)	51	48

Еще один препарат, который рассматривался в борьбе с грушевой медяницей, – это *Beauveria bassiana* (энтомопатогенный гриб с титром не менее  $2 \times 10^9$  КОЕ/г). Этот вид естественным образом встречается в почве, живой организм действует как паразит, заражая разные виды насекомых и клещей. Преимущество коммерческих штаммов заключается в том, что они лучше нацелены на таких вредителей, как тля, трипсы и белокрылки, а также медяницы (например, штамм ANT-03 в BioCeres® WP) [26, 27].

Насекомые погибают в течение 4-10 дней после заражения. Время уничтожения будет зависеть от вида насекомых, возраста и дозы конидий. Мертвое насекомое будет служить источником спор для вторичного распространения гриба. Инфицированный взрослый самец вредителя также будет передавать гриб во время спаривания.

**Заключение.** Оценена эффективность действующих веществ феноксикарба, каолина и эритрита; микробиологических препаратов на основе *Metarhizium brunneum* и *Beauveria bassiana* против фитофага, а также использования интродуцированных энтомофагов *Anthocoris nemoralis*. Полученные данные показывают, что применение всех этих способов борьбы позволяет сократить численность вредителя на 50-100 %. В результате анализа мирового опыта в контроле численности грушевой медяницы установлено, что существуют более экологизированные схемы защиты, которые позволяют получить большие урожаи высокого качества.

### Литература

1. Valborg Kvakkestad, Anette Sundbye, Roma Gwynn, Ingeborg Klingen. Authorization of microbial plant protection products in the Scandinavian countries: A comparative analysis // Environmental Science & Policy. 2020. V. 106. P.115-124. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901119305349?via%3Dihub>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.01.017> (дата обращения: 11.03.2021).
2. M. Shahbandeh. Major pear producing countries worldwide 2019/2020. 2020. URL: <https://www.statista.com/statistics/739168/global-top-pear-producing-countries/> (дата обращения: 12.03.2021).

3. J. Samietz, B. Graf, H. Höhn, L. Schaub, H. U. Höpli. Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards from biological basics to decision support: the forecasting tool SOPRA // Bulletin OEPP EPPPO Bulletin. 2007. V. 37, Is. 2. P. 255-260 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2338.2007.01121.x> DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2007.01121.x> (дата обращения: 11.03.2021).
4. Грибоедова О.Г. Биология, экология, вредоносность грушевой медяницы (*Psylla pyri* L.) в условиях нечернозёмной зоны России и меры борьбы с ней : дис. канд. биол. наук: 06.01.07 / Грибоедова Ольга Геннадьевна. М.:2016, 200 с.
5. Интегрированная защита растений (плодовые, ягодные культуры и виноград): учеб. пособие / Э. А. Пикушова [и др.]; под общ. ред. Э.А. Пикушовой. Краснодар: КубГАУ, 2015. 302 с
6. Федеральное государственное бюджетное учреждение Российский сельскохозяйственный центр. 2012. Электронный ресурс: URL: <https://rosselhocenter.com/index.php/2014-02-28-11-39-42/2011-11-16-12-58-47/vrediteli/1574-grushevaya-medyanitsa#:~:text=Плодовитость%20самки%20летнего%20поколения%20до,с%20июня-июля%20до%20наступления%20холодов> (дата обращения: 23.03.2021).
7. L. Schaub, B. Graf, A. Butturini. Phenological model of pear psylla *Cacopsylla pyri* // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2005. V. 117, Is. 2. P. 105-111. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1570-7458.2005.00339.x> DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00339.x> (дата обращения: 11.03.2021).
8. R. Buès, L. Boudinhon, J. F. Toubon, F. Faivre, D'Arcier. Geographic and seasonal variability of resistance to insecticides in *Cacopsylla pyri* L. (Hom., *Psyllidae*) // Journal of applied entomology. 2003. V. 123, Is. 5. P. 289-298. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1439-0418.1999.00350.x> DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.1999.00350.x> (дата обращения: 19.03.2021).
9. Балыкина Е.Б., Ягодинская Л.П., Рыбарева Т.С., Корж Д.А. Биоэкологические элементы защиты в садовых агроценозах крима // Современные технологии и средства защиты растений – платформа для инновационного освоения в АПК России: материалы междунар. науч.-практ. конф. (8-12 октября 2018 г.), СПб – Пушкин. С. 23-25. URL: [http://vizrspb.ru/assets/docs/news/2018/Confer\\_Sovr\\_tech\\_n 18-12\\_10\\_18\\_VIZR.pdf](http://vizrspb.ru/assets/docs/news/2018/Confer_Sovr_tech_n 18-12_10_18_VIZR.pdf) (дата обращения: 12.03.2021).
10. S. Tianna Du Pont, Christopher Strohm, Louis Nottingham, Dalila Rendon. Evaluation of an integrated pest management program for central Washington pear orchards // Biological Control. 2021. V. 152. P. 104390. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964420306174?via%3Dihub> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104390> (дата обращения: 11.03.2021).
11. European Food Safety Authority (EFSA), Alba Brancato, Daniela Brocca et al. Review of the existing maximum residue levels for chlorpyrifos- methyl according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005 // EFSA Journal. 2017. V. 15, Is. 3. e04734 URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2017.4734> (дата обращения: 10.03.2021).
12. European Food Safety Authority (EFSA). The 2017 European Union report on pesticide residues in food // EFSA Journal. 2019. V. 17, Is. 6. P. e05743 URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2019.5743> (дата обращения: 11.03.2021).
13. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации 2021. 872 с.

14. David R. Horton, Christelle Guédot, Peter J. Landolt. Diapause status of females affects attraction of male pear psylla, *Cacopsylla pyricola*, to volatiles from female-infested pear shoots // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2007. V. 123, Is. 2. P. 185-192. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1570-7458.2007.00536.x> (дата обращения: 11.03.2021).
15. David R. Horton. Effects of fenoxycarb on ovarian development, spring fecundity and longevity in winterform pear psylla // Entomologia Experimentalis et Applicata. 1996. V. 81, Is. 2. P. 181-187. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1570-7458.1996.tb02030.x> (дата обращения: 19.03.2021).
16. Silvie Daniels, Nele Witters, Tim Beliën, Kristof Vrancken, Jaco Vangronsveld, Steven Van Passel. Monetary Valuation of Natural Predators for Biological Pest Control in Pear Production // Ecological Economics. 2017. V. 134. P. 160-173. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800916300350> (дата обращения: 13.03.2021).
17. F. Erler. Natural enemies of the pear psylla *Cacopsylla pyri* in treated vs untreated pear orchards in Antalya, Turkey // Phytoparasitica. 2004. V. 32. Is. 3. P. 295-304. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-3342901207&origin=inward&txGid=653b9c38e66cb825495aa7c2c97c20b5> (дата обращения: 18.03.2021).
18. Juan Antonio Sanchez, María Carmen Ortín-Angulo. Abundance and population dynamics of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) and its potential natural enemies in pear orchards in southern Spain // Crop Protection. 2012. V. 32. P. 24-29. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219411003504?via%3Dihub> (дата обращения: 03.03.2021).
19. Domagoj Gajski, Stano Pekár. Assessment of the biocontrol potential of natural enemies against psyllid populations in a pear tree orchard during spring // Pest Manag Sci. 2021. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33415804/> doi: 10.1002/ps.6262 (дата обращения: 11.03.2021).
20. M Jamal Ahmad, Sajad Mohiudin, SS Pathania and Malik Mukhtar. Feeding potential of anthocorid bug, *Blaptostethus pallescens* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae) against eggs of pear psylla, *Cacopsylla pyricola* (Foerster) (Homoptera: Psyllidae) on pear in Kashmir // Journal of Entomology and Zoology Studies. 2020. V. 8(5). P. 685-689. URL: <https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue5/PartJ/8-4-466-392.pdf> (дата обращения: 17.03.2021).
21. C. Daniel, W. Pfammatter, P. Kehrli, E. Wyss. Processed kaolin as an alternative insecticide against the European pear sucker, *Cacopsylla pyri* (L.) // Journal of applied entomology. 2005. V. 129, Is. 7. P. 363367 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0418.2005.00981.x> (дата обращения: 17.03.2021).
22. G. Saou, H. Ismail, A. Hashem. Impact of kaolin particle film, spirodiclofen acaricide, harpin protein, and an organic biostimulant on pear psylla *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae) // International Journal of Pest Management. 2010. V. 56. Is. 1. P. 75-79 URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09670870903156632?journalCode=ttpm20> (дата обращения: 11.03.2021).
23. Katie Wentz, W Rodney Cooper, David R Horton, Robert Kao, Louis B Nottingham. The artificial sweetener, erythritol, has insecticidal properties against pear psylla (Hemiptera: Psyllidae) // Journal of Economic Entomology. 2020. V. 113. Is. 5. P. 2293-2299. URL: <https://academic.oup.com/jee/article/113/5/2293/5859736> <https://doi.org/10.1093/jee/toaa124> (дата обращения: 11.03.2021).

24. D.Chandler. Chapter 5 - Basic and Applied Research on Entomopathogenic Fungi // Microbial Control of Insect and Mite Pests. From Theory to Practice. 2017. P. 69-89. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128035276000056> (дата обращения: 18.03.2021).

25. Fedai Erler, Thierry Pradier, Burcu Aciloglu. Field evaluation of an entomopathogenic fungus, *Metarhizium brunneum* strain F52, against pear psylla, *Cacopsylla pyri* // Pest management science. 2014. V. 70, Is. 3. P. 496-501. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.3603> (дата обращения: 20.03.2021).

26. A. G. L. Paiva-Guimarães, K. R. L. Freireb, S. F. M. Santosc, A. F. Almeida, A. C. B. Sousaa. Alternative substrates for conidiogenesis of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals) Vuillemin (Deuteromycotina: *Hyphomycetes*) // Brazilian Journal of Biology. 2020. V. 80. no.1 URL: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842020000100133](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842020000100133) (дата обращения: 22.03.2021).

27. Roxanne S. Bernard. How to apply BioCeres® WP (*Beauveria bassiana*) for best results // Anatis Bioprotection. 2019. URL: <https://anatisbioprotection.com/en/news/beauvaria-bassiana-spray.html> (дата обращения: 23.03.2021).

### References

1. Valborg Kvakkestad, Anette Sundbye, Roma Gwynn, Ingeborg Kligen. Authorization of microbial plant protection products in the Scandinavian countries: A comparative analysis // Environmental Science & Policy. 2020. V. 106. P.115-124. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901119305349?via%3Dihub>. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.01.017> (дата обращения: 11.03.2021).

2. M. Shahbandeh. Major pear producing countries worldwide 2019/2020. 2020. URL: <https://www.statista.com/statistics/739168/global-top-pear-producing-countries/> (дата обращения: 12.03.2021).

3. J. Samietz, B. Graf, H. Höhn, L. Schaub, H. U. Höpli. Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards from biological basics to decision support: the forecasting tool SOPRA // Bulletin OEPP EPPPO Bulletin. 2007. V. 37, Is. 2. P. 255-260. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2338.2007.01121.x> DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2007.01121.x> (дата обращения: 11.03.2021).

4. Griboedova O.G. Biologiya, ekologiya, vredonosnost' grushevoj medyanicy (*Psylla pyri* L.) v usloviyah nechernozomnoj zony Rossii i mery bor'by s nej : dis. kand. biol. nauk: 06.01.07 / Griboedova Ol'ga Gennad'evna. M.:2016, 200 s.

5. Integrirovannaya zashchita rastenij (plodovye, yagodnye kul'tury i vinograd): ucheb. posobie / E. A. Pikushova [i dr.]; pod obshch. red. E. A. Pikushovoj. Krasnodar: KubGAU, 2015. 302 s

6. Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe uchrezhdenie Rossijskij sel'skohozyajstvennyj centr. 2012. Elektronnyj resurs: URL: <https://rosselhoscenter.com/index.php/2014-02-28-11-39-42/2011-11-16-12-58-47/vrediteli/1574-grushevaya-medyanitsa#:~:text=Plodovitost%20samki%20letnego%20pokoleniya%20do,s%20iyunya-iyulya%20do%20nastupleniya%20holodov> (дата обращения: 23.03.2021).

7. L. Schaub, B. Graf, A. Butturini. Phenological model of pear psylla *Cacopsylla pyri* // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2005. V. 117, Is. 2. P. 105-111. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1570-7458.2005.00339.x> DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1570-7458.2005.00339.x> (дата обращения: 11.03.2021).

8. R. Buès, L. Boudinhon, J. F. Toubon, F. Faivre, D'Arcier. Geographic and seasonal variability of resistance to insecticides in *Cacopsylla pyri* L. (Hom., Psyllidae) // Journal of applied entomology. 2003. V. 123, Is. 5. P. 289-298. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1439-0418.1999.00350.x> DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.1999.00350.x> (data obrashcheniya: 19.03.2021).
9. Balykina E.B., Yagodinskaya L.P., Rybareva T.S., Korzh D.A. Bioekologicheskie elementy zashchity v sadovyh agrocenozah kryma // Sovremennye tekhnologii i sredstva zashchity rastenij – platforma dlya innovacionnogo osvoeniya v APK Rossii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (8-12 oktyabrya 2018 g.), SPb – Pushkin. S. 23-25. URL: [http://vizrspb.ru/assets/docs/news/2018/Confer\\_Sovr\\_tech\\_n\\_18-12\\_10\\_18\\_VIZR.pdf](http://vizrspb.ru/assets/docs/news/2018/Confer_Sovr_tech_n_18-12_10_18_VIZR.pdf) (data obrashcheniya: 12.03.2021).
10. S. Tianna Du Pont, Christopher Strohm, Louis Nottingham, Dalila Rendon. Evaluation of an integrated pest management program for central Washington pear orchards // Biological Control. 2021. V. 152. P. 104390 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1049964420306174?via%3Dihub> DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104390> (data obrashcheniya: 11.03.2021).
11. European Food Safety Authority (EFSA), Alba Brancato, Daniela Brocca et al. Review of the existing maximum residue levels for chlorpyrifos- methyl according to Article 12 of Regulation (EC) No 396/2005 // EFSA Journal. 2017. V. 15, Is. 3. e04734 URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2017.4734> (data obrashcheniya: 10.03.2021).
12. European Food Safety Authority (EFSA). The 2017 European Union report on pesticide residues in food // EFSA Journal. 2019. V. 17, Is. 6. P. e05743 URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2019.5743> (data obrashcheniya: 11.03.2021).
13. Spravochnik pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh k primeneniyu na territorii Rossijskoj Federacii 2021. 872 s
14. David R. Horton, Christelle Guédot, Peter J. Landolt. Diapause status of females affects attraction of male pear psylla, *Cacopsylla pyricola*, to volatiles from female-infested pear shoots // Entomologia Experimentalis et Applicata. 2007. V. 123, Is. 2. P. 185-192. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1570-7458.2007.00536.x> (data obrashcheniya: 11.03.2021).
15. David R. Horton. Effects of fenoxycarb on ovarian development, spring fecundity and longevity in winterform pear psylla // Entomologia Experimentalis et Applicata. 1996. V. 81, Is. 2. P. 181-187. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1570-7458.1996.tb02030.x> (data obrashcheniya: 19.03.2021).
16. Silvie Daniels, Nele Witters, Tim Beliën, Kristof Vrancken, Jaco Vangronsveld, Steven Van Passel. Monetary Valuation of Natural Predators for Biological Pest Control in Pear Production // Ecological Economics. 2017. V. 134. P. 160-173 URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800916300350> (data obrashcheniya: 13.03.2021).
17. F. Erler. Natural enemies of the pear psylla *Cacopsylla pyri* in treated vs untreated pear orchards in Antalya, Turkey // Phytoparasitica. 2004. V. 32. Is. 3. P. 295-304 URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-3342901207&origin=inward&txGid=653b9c38e66cb825495aa7c2c97c20b5> (data obrashcheniya: 18.03.2021).
18. Juan Antonio Sanchez, María Carmen Ortín-Angulo. Abundance and population dynamics of *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: *Psyllidae*) and its potential natural enemies in pear orchards in southern Spain // Crop Protection. 2012. V. 32. P. 24-29. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219411003504?via%3Dihub> (data obrashcheniya: 03.03.2021).

19. Domagoj Gajski, Stano Pekár. Assessment of the biocontrol potential of natural enemies against psyllid populations in a pear tree orchard during spring // *Pest Manag Sci*. 2021. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33415804/> doi: 10.1002/ps.6262 (data obrashcheniya: 11.03.2021).

20. M Jamal Ahmad, Sajad Mohiudin, SS Pathania and Malik Mukhtar. Feeding potential of anthocorid bug, *Blaptostethus pallescens* (Poppius) (Hemiptera: *Anthocoridae*) against eggs of pear psylla, *Cacopsylla pyricola* (Foerster) (Homoptera: *Psyllidae*) on pear in Kashmir // *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2020. V. 8(5). P. 685-689. URL: <https://www.entomoljournal.com/archives/2020/vol8issue5/PartJ/8-4-466-392.pdf> (data obrashcheniya: 17.03.2021).

21. C. Daniel, W. Pfammatter, P. Kehrli, E. Wyss. Processed kaolin as an alternative insecticide against the European pear sucker, *Cacopsylla pyri* (L.) // *Journal of applied entomology*. 2005. V. 129, Is. 7. P. 363367 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0418.2005.00981.x> (data obrashcheniya: 17.03.2021).

22. G. Saou, H. Ismail, A. Hashem. Impact of kaolin particle film, spiroadiclofen acaricide, harpin protein, and an organic biostimulant on pear psylla *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: *Psyllidae*) // *International Journal of Pest Management*. 2010. V. 56. Is. 1. P. 75-79. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09670870903156632?journalCode=ttpm20> (data obrashcheniya: 11.03.2021).

23. Katie Wentz, W Rodney Cooper, David R Horton, Robert Kao, Louis B Nottingham. The artificial sweetener, erythritol, has insecticidal properties against pear psylla (Hemiptera: *Psyllidae*) // *Journal of Economic Entomology*. 2020. V. 113. Is. 5. P. 2293–2299. URL: <https://academic.oup.com/jee/article/113/5/2293/5859736> <https://doi.org/10.1093/jee/toaa124> (data obrashcheniya: 11.03.2021).

24. D. Chandler. Chapter 5 - Basic and Applied Research on Entomopathogenic Fungi // *Microbial Control of Insect and Mite Pests. From Theory to Practice*. 2017. P. 69-89. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128035276000056> (data obrashcheniya: 18.03.2021).

25. Fedai Erler, Thierry Pradier, Burcu Aciloglu. Field evaluation of an entomopathogenic fungus, *Metarhizium brunneum* strain F52, against pear psylla, *Cacopsylla pyri* // *Pest management science*. 2014. V. 70, Is. 3. P. 496-501. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ps.3603> (data obrashcheniya: 20.03.2021).

26. A. G. L. Paiva-Guimarães, K. R. L. Freireb, S. F. M. Santosc, A. F. Almeida, A. C. B. Sousaa. Alternative substrates for conidiogenesis of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals) Vuillemin (Deuteromycotina: *Hyphomycetes*) // *Brazilian Journal of Biology*. 2020. V. 80. no.1. URL: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-69842020000100133](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842020000100133) (data obrashcheniya: 22.03.2021).

27. Roxanne S. Bernard. How to apply BioCeres® WP (*Beauveria bassiana*) for best results // *Anatis Bioprotection*. 2019. URL: <https://anatisbioprotection.com/en/news/beauvaria-bassiana-spray.html> (data obrashcheniya: 23.03.2021).