

УДК 632.937.16

UDC 632.937.16

06.01.00 Агрономия

06.01.00 Agronomy

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ
ЧИСЛЕННОСТИ ЯБЛОННОЙ ПЛОДОЖОРКИ
НА ОСНОВЕ ЭНТОМОПАТОГЕННЫХ
ВИРУСОВ (ОБЗОР)**

**BIOLOGICAL CONTROL OF THE APPLE
MOTH NUMBER BASED ON
ENTOMOPATHOGENIC VIRUSES (REVIEW)**

Цыгичко Александра Александровна
аспирант, м.н.с.
SPIN-код: 1876-3885
23612361@inbox.ru

Tsygichko Alexandra Alexandrovna
post-graduate student, junior researcher,
SPIN-code: 1876-3885
23612361@inbox.ru

Асатурова Анжела Михайловна
канд. биол. наук, зав. кафедры СМСЗР и КМ
SPIN-код: 2281-9345
biocontrol-vniibzr@yandex.ru

Asaturova Anzhela Mikhailovna
Candidate in Biology, Head of the Lab
SPIN-code: 2281-9345
biocontrol-vniibzr@yandex.ru

Бондарчук Елена Юрьевна
м.н.с., SPIN-код: 8041-9325
alena_fox95@mail.ru

Bondarchuk Elena Yurievna
junior researcher, SPIN-code: 8041-9325
alena_fox95@mail.ru

Жевнова Наталья Андреевна
н.с., SPIN-код: 4672-2852
tiamat-7@mail.ru

Zhevnova Natalia Andreevna
researcher, SPIN-code: 4672-2852
tiamat-7@mail.ru

Томашевич Наталья Сергеевна
с.н.с., SPIN-код: 2394-7603
tom-s2@yandex.ru

Tomashevich Natalya Sergeevna
senior researcher, SPIN-code: 2394-7603
tom-s2@yandex.ru

Дубяга Валентина Михайловна
н.с., SPIN-код: 3365-6976
dubyaga608@mail.ru
*Всероссийский научно-исследовательский
институт биологической защиты растений,
Краснодар, Россия*

Dubyaga Valentina Mikhailovna
researcher, SPIN-code: 3365-6976
dubyaga608@mail.ru
*All-Russian research Institute of biological plant
protection, Krasnodar, Russia*

В статье рассмотрены данные о целесообразности использования биоинсектицидов на основе вируса гранулёза в качестве действующего вещества против яблонной плодожорки. Приведены способы получения штаммов вируса гранулёза *Cydia pomonella* для создания биоинсектицидов. Описаны способы воспроизводства лабораторных популяций насекомых, метод их заражения и выделения вирусного начала. Приводятся сведения о стадиях получения биоинсектицидов в лабораторных условиях, а также способы их хранения

The article considers the data on the applicability of bioinsecticides based on the granulovirus as an active ingredient against the apple moth. The methods for producing strains of the *Cydia pomonella* granulovirus to develop bioinsecticides are explained. The methods for the reproduction of laboratory populations of insects, the method of their infection and isolation of viral onset are described. The stages of obtaining bioinsecticides in vitro, as well as methods for their storage are provided

Ключевые слова: ВИРУС ГРАНУЛЁЗА, БИОЛОГИЧЕСКИЙ АГЕНТ, БИОПРЕПАРАТ, ИНСЕКТИЦИД, ЯБЛОННАЯ ПЛОДОЖОРКА, CYDIA POMONELLA

Keywords: GRANULOVIRUS, BIOLOGICAL AGENT, BIOPREPARATION, INSECTICIDE, APPLE MOTH, CYDIA POMONELLA

Doi: 10.21515/1990-4665-144-012

Яблонная плодожорка *Cydia pomonella* при благоприятных условиях способна уничтожить до 90% урожая плодов [10, 13]. Ареал вредителя охватывает Западную и Восточную Европу (кроме Крайнего Севера) Кавказ, Среднюю Азию, Западную, Восточную Сибирь, Дальний Восток и др. [12, 17].

Яблонная плодожорка вредит на стадии личинки многим плодовым насаждениям: яблоня, груша, айва, слива и др. Поврежденные плоды могут казаться преждевременно созревшими, однако по большей части они опадают, часто вместе с личинками. Личинки вгрызаются в мякоть плодов, при этом закупоривая входные отверстия пищевыми остатками и паутиной. Через мякоть личинки проникают в семенную камеру и выгрызают семена [3].

Экономический порог вредоносности (ЭПВ) установлен при обнаружении 2-5 яиц на 100 плодов либо наличии 7 экземпляров в ловушке за неделю учетов или при повреждении 2-3 % плодов [7, 13].

Агротехнические методы борьбы следующие: уборка растительных остатков, обливание кипятком подпор и тары из-под яблок, перекопка почвы для уничтожения зимующих гусениц, сбор падалицы с последующей её вывозкой из сада и др. Так же практикуется выращивание устойчивых сортов [18, 23]. Однако недостаточно использовать только агротехнические методы. Для повышения урожайности так же используют химические способы защиты растений: обработки инсектицидами в период выхода из яиц до внедрения в плод гусениц в очагах, заселенных вредителем [1, 14, 25]. Возможно использование различных химических комплексов и композиций, 20 из которых зарегистрированы в РФ и 34 за рубежом [9]. Эффективность химических методов борьбы может достигать 100%, тем не менее использование их не желательно, так как влечет за собой ряд негативных

последствий, таких как: появление устойчивых форм, повышенная пестицидная нагрузка на почву и прочее.

Наиболее безопасными являются биологические способы борьбы. Такие как: выпуск в сады трихограммы, применение биопрепаратов на основе *Bacillus thuringiensis* (Битоксибацилин, П, Лепидоцид, П, Лепидоцид, СК, Лепидоцид СК-М), *Beauveria bassiana* (Зелёный барьер, СП, Биостоп, Ж), *Lecanicillium lecanii* (Биоверт, СП), энтомопатогенных вирусов (Мадекс Твин, СК, Фермовирин, ЯП, Карповирусин, СК) и др. [9, 15].

В перспективе биологический контроль может быть постоянным, так как естественные враги, внесенные извне, будут внедряться в популяции сельскохозяйственных вредителей и становиться безопасным и долгосрочным регулятором их численности [21]. Агент, используемый в качестве биоинсектицида, должен действовать строго избирательно против конкретного вредителя и не затрагивать других членов биоценоза напрямую. Наиболее привлекательными среди биопестицидов являются препараты на основе бакуловирусов. Их специфичность часто ограничивается лишь одним видом насекомых, что обуславливает их высокую эффективность, так же они абсолютно безопасны для людей и животных [6, 24].

Применение биоинсектицидов на основе вирусов – одно из высокотехнологичных направлений биологического контроля. Для получения полноценно действующего в природных условиях препарата необходима правильная подборка всех его частей. Таким образом, цель настоящего теоретического исследования состоит в обзоре особенностей энтомопатогенных вирусов яблонной плодовой жорки как перспективных биологических агентов и способов получения препаратов на их основе.

В естественных природных условиях эпизоотии вирусной инфекции приводят к сокращению популяций насекомых. После гибели и

разложения насекомого вирус механически распространяется ветром, птицами, другими насекомыми по обширным территориям, что приводит к возникновению новых эпизоотий [22].

Энтомопатогенные вирусы – узкоспециализированная группа клеточных паразитов. Главное свойство большинства вирусов насекомых – способность образовать в процессе развития тельца-включения (инклюзии) в виде белкового матрикса, где заключены вирионы – носители инфекции. В зависимости от локализации инклюзий и их формы вирусные болезни называют гранулёзами или полиэдрозами [20, 24].

Внешние признаки вирусных заболеваний насекомых (гранулёз и ядерный полиэдроз) в значительной мере похожи друг на друга. Первым признаком инфекции служит отсутствие у гусениц аппетита, изменение цвета кутикулы. В большинстве случаев наблюдаются отставание в росте и резкое проявление сегментации [3, 19].

Вирусные частицы чувствительны к внешним воздействиям окружающей среды, однако заключенные в защитную белковую оболочку, они способны сохранять свою активность в природных условиях на протяжении нескольких лет [4].

Заражение происходит с попаданием вируса в кишечник личинок вместе с пищей. Контактным способом инфекция не передается. Вне организма вирус активен даже при неблагоприятных внешних условиях. Однако высокие температуры и ультрафиолетовое солнечное излучение способствуют его инактивации [6, 10].

Внешние симптомы вирусного заболевания связаны со снижением питания, замедленностью движений, изменением окраски покровов зараженных насекомых. Покровы тела личинок истончаются и при даже небольших механических воздействиях разрываются с выделением гемолимфы [10, 11].

Вирусные биоинсектициды обладают специфической токсикологической активностью по отношению к целевым насекомым, безопасны для теплокровных, рыб, птиц и других полезных животных. В почве они быстро подвергаются биологическому разложению. Обычно биопрепараты более совместимы с окружающей средой, чем химические пестициды [2, 8, 23, 25].

При работе с вирусным биоинсектицидом достаточно одной обработки, поскольку в популяции вредителя устанавливается баланс между насекомым и вирусом, которое может сохраняться до нескольких лет [2, 6].

Таким образом, можно утверждать, что вирус гранулёза и/или полиэдроза является высокоэффективной основой для создания вирусного биопрепарата против *Cydia pomonella*.

Получение вирусного материала – сложный технологический процесс. Существует два основных способа получения исходного материала для создания вирусных биоинсектицидов: запросить штамм, депонированный в специализированных коллекциях, или выделить оригинальный штамм из инфицированных насекомых самостоятельно. Первый способ позволяет сэкономить значительную часть времени исследователя по поиску и выделению подходящего штамма, тестированию его эффективности, однако связывает исследователя определенными обязательствами по отношению к правообладателю. Так же существует специфичность штаммов вирусов по отношению к популяциям вредителей и наиболее эффективными в данном регионе оказываются штаммы, выделенные из местных популяций. Поэтому большинство исследователей предпочитают второй способ и начинают разработку вирусного инсектицида с самостоятельного выделения вируса из зараженных насекомых [10].

При выделении нового штамма из природных популяций находят и собирают взрослых гусениц, предположительно ослабленных и больных, особенно с симптомами виروزов. Затем их исследуют микроскопическими методами и при обнаружении вирусных телец включений приступают к выделению вируса [11].

Поскольку вирусы являются облигатными внутриклеточными паразитами для их производства необходимо поддержание культуры клеток насекомых-хозяев или лабораторной популяции живых насекомых [3, 24].

Поддержание культуры клеток насекомых довольно трудоемко; требует специального оборудования и реагентов, строго стерильных условий, работы квалифицированных специалистов, поэтому большинство исследователей предпочитают поддерживать лабораторные популяции насекомых-хозяев [15].

Заражение культур клеток проводят следующим образом. Из пробирок с выросшим монослоем клеток удаляют ростовую питательную среду, отмывают монослой клеток от среды раствором Хенкса и вносят вируссодержащий материал. После контакта в 1-1,5 ч вируссодержащий материал удаляют и вносят поддерживающую питательную среду, которая не способствует размножению клеток, но обеспечивает их жизнедеятельность. Пробирки помещают в термостат для инкубации. Адсорбировавшиеся на клетках вирусные частицы проникают в клетки, репродуцируются в них и выходят в культуральную жидкость, заражают новые клетки, затем следующие и так до тех пор, пока не останется живых клеток [6, 24].

Большинство разработанных в России и за рубежом технологий получения вирусных инсектицидов предусматривают поддержание лабораторных популяций насекомых для накопления вирусов. Личинок выращивают на искусственной

питательной среде, по достижении 3-4го возраста заражают вирусом гранулёза. Из биомассы погибших гусениц путем гомогенизации и фильтрации выделяют вирусные частицы, из которых получают готовый инсектицидный препарат. Небольшую часть гусениц (около 2%) оставляют для окукливания и воспроизводства лабораторной популяции [6, 11].

Так же необходимы питательные среды для поддержания популяции личинок. Искусственная питательная среда по сравнению с естественным кормом обладает рядом преимуществ. Однако естественный корм по сравнению с любой питательной средой является наиболее сбалансированным и подходящим для питания насекомых. Поэтому выращиваемые на естественном корме насекомые оказываются более устойчивыми к действию вируса, чем выращенные на искусственной питательной среде [20].

При разработке искусственных питательных сред с течением времени наблюдается тенденция к постепенной замене зеленых растительных компонентов более удобными и доступными [11]. Следовательно, оптимальная питательная среда должна состоять из наиболее бюджетных компонентов и быть максимально приближена к естественной среде обитания.

Процесс выделения вирусного материала сводится к сбору погибших гусениц, их мацерации (чаще всего для этих целей используют 0,1% раствор лаурилсульфата натрия). Далее массу гомогенизируют, фильтруют и центрифугируют. Полученный при центрифугировании осадок либо высушивают на лиофильной установке и хранят при низких температурах, либо сразу используют для приготовления суспензий биоинсектицида необходимой концентрации [11, 23].

Содержание основного действующего вещества (титр препарата) измеряется в полиэдрах (ПЭ) или гранулах (Г) в единице массы или объема препарата и обычно составляет порядка 10^{10} - 10^{13} ПЭ (Г)/г (мл) [2].

Помимо вирусных частиц в составе бакуловирусных препаратов могут присутствовать дополнительные компоненты: наполнители, антиоксиданты, адсорбирующие агенты, солнцезащитные агенты, пищевые аттрактанты и прочее [5, 25].

Исследования в области хранения и применения вирусных биоинсектицидов активно ведутся в основном негосударственными организациями и зачастую вся полученная информация находится в закрытом доступе. Учеными ФГБНУ ВНИИБЗР были поставлены опыты и получены данные в таких вопросах, как способ разведения насекомых для производства вируса; производство и испытание в лабораторных и полевых условиях бакуловирусного препарата; оценка устойчивости бакуловирусов к физическим факторам в полевых условиях; описан метод идентификации вируса гранулёза и полиэдроза среди близкородственных вирусов из насекомых, погибших от смешанной вирусной инфекции; установлен наиболее эффективный способ хранения бакуловирусного препарата. Наиболее типичной для бакуловирусного препарата является следующая схема хранения, рекомендованная для препарата «Карповирусин». В сезон использования препарат хранить максимум месяц в холодильной камере ($+4\text{C}^0$) или при температуре не выше $+25\text{C}^0$. В межсезонье возможно хранение препарата в морозильной камере при температуре -20C^0 в течение двух лет. В замороженном виде может храниться годами, без каких бы то ни было потерь активности [4, 6, 10, 16, 20, 21].

В настоящее время в мире применяется более 50 биопрепаратов на основе бакуловирусов: в США – Элькар (Elcar); во Франции - Вирусин-

МВ, в Швейцарии – Мадекс (Madex), в Германии - Гранузаль (Granusal), в Японии – Мацукемин и т.д. [24].

В России на 2018 год согласно «Государственному каталогу пестицидов и агрохимикатов зарегистрировано и разрешено к применению три иностранных препарата на основе вируса гранулеза: «Фермовирин ЯП, СП», «Карповирусин, СК», «Мадекс Твин» [9]. Препараты российского производства на основе энтомопатогенных вирусов в настоящее время отсутствуют, что, прежде всего, связано с отсутствием готовых технологических решений и стандартов.

При анализе зарубежной патентной документации за 2000-2017 гг. было обнаружено, что среди нехимических альтернативных методов борьбы по числу патентов доминируют разработки биоинсектицидов на основе вирусов - (16,6%), энтомопатогенных бактерий (12,76%), а также феромонов (11,6%).

В России же биологическим способам защиты растений посвящено лишь 22%. Из них 3 патента - штаммы вируса ядерного полиэдроза хлопковой совки, близкой по физиологии к яблонной плодовой жорке, и препарат на его основе. При этом все три патента принадлежат одним и тем же авторам [9].

Исходя из анализа данных можно утверждать, что за рубежом технологии биометода в защите от указанных вредителей развиваются заметно интенсивнее, чем в России. В какой-то степени этому, возможно, способствует применение технологий генетической инженерии в создании устойчивых трансгенных растений, а также бактерий и вирусов, несущих чужеродные гены, продукты которых обладают инсектицидной активностью [24].

Таким образом, на сегодняшний день среди методов борьбы против яблонной плодовой жорки одним из наиболее безопасных и эффективных является биологический с использованием препаратов на основе

энтомопатогенных вирусов. В России такая область, как разработка и использование вирусных биоинсектицидов развита слабо и требует серьезного научного сопровождения. Эта высокоэффективная группа препаратов может использоваться в системах биологической защиты растений, в том числе и в органическом земледелии, а также встраиваться в интегрированную защиту растений, существенно снижая пестицидный пресс на агроценозы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артохин К. С. Сорные растения / К. С. Артохин. – Ростов-на-Дону: Книга, 2004. – С. 144.
2. Бахвалов С. А. Сравнительная характеристика биологической активности вирусных препаратов Вирин-НШ и Джипчек (Gypchek) / С. А. Бахвалов, В. В. Мартемьянов, Д. Д. Подвайт // ЕЭЖ. – 2005. – № 4(3). – С. 183-186.
3. Бей-Биенко Г. Я. Общая энтомология: Учебник / Г. Я. Бей-Биенко. – СПб.: Проспект науки, 2008. – 486 с.
4. Бойкова Е. В. Некоторые возможности получения и применения коллекции энтомопатогенных вирусов с целью создания биологических средств защиты растений / Е. В. Бойкова, Ж. А. Ширинян, В. Я. Исмаилов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. – 2010. – С.419-424.
5. Бойкова Е. В. Повышение устойчивости вирусных энтомопатогенов рода *Vasculovirus* к инактивирующему воздействию физических факторов в условиях полевого опыта / Е. В. Бойкова // Биологическая защита растений – основа стабилизации экосистем. – 2016. – С. 222-230.
6. Бойкова Е. В. Усовершенствование технологии производства вируса ядерного полиэдроза хлопковой совки / Е. В. Бойкова, Ж. А. Ширинян, В. Я. Исмаилов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. 2008. – № 5. – С. 199-204.
7. Говоров Д. Н. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2015 году и прогноз развития вредных объектов в 2016 году / Д. Н. Говоров, А. В. Живых, Н. В. Ипатова // ФГБУ «Россельхозцентр». М., 2016. – С. 317-324.
8. Гольдин Е. Б. Биологическая защита растений в XXI веке: тенденции и перспективы / Е. Б. Гольдин // Агропромышленный комплекс Крыма в XXI веке: Научные Труды Крымского государственного аграрного университета. – 2002. – № 68. – С. 122-131.
9. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2018 год. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России). М. – 2018. – С. 960.
10. Исмаилов В. Я. Результаты полевых испытаний вируса гранулеза яблонной плодовой гнили / В. Я. Исмаилов, И. С. Агасьева. // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. – 2010. – № 6. – С. 433-436.

11. Колосов А. В. Разработка и испытания вирусных энтомопатогенных препаратов для защиты растений: дис. ... канд. биол. наук: 03.01.06 / Колосов Алексей Владимирович. – Кольцово: ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор», 2011. – 131 с.

12. Кононенко В. С. Определитель насекомых Дальнего Востока / В. С. Кононенко. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 688 с.

13. Константинова Г. М. Яблоневая плодовая жорка на Юге Украины / Г. М. Константинова // Пропозиция. 2016. – № 11. – С. 94-98.

14. Максимова Ю. В. Биологические методы защиты леса: учебное пособие / Ю. В. Максимова. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2014. – С. 172.

15. Митюшев И. И. Феромоны помогут защитить урожай / И. И. Митюшев // Настоящий хозяин. 2012. – № 5. – С. 11-12.

16. Пушня М. В. Результаты испытаний новых препаратов против чешуекрылых вредителей / М. В. Пушня, Е. В. Бойкова, Е. Г. Снесарева // Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства. – 2017. – С. 576-580.

17. Савковский П. П. Атлас вредителей плодовых и ягодных культур / П. П. Савковский. – Киев: Урожай, 1990. – 96 с.

18. Сорока С. В. Интегрированные системы защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков: рекомендации / С. В. Сорока. – Минск: Белорусская наука, 2005. – 463 с.

19. Шаламов В. Н. Яблонная плодовая жорка: меры борьбы и профилактики / В. Н. Шаламов // Уральский садовод. 2015. – № 2. – С. 11.

20. Ширинян Ж. А. Разработка технологий массового разведения насекомых-фитофагов (Lepidoptera, Noctuidae) на искусственных питательных средах (ИПС) для производства энтомофагов и биопрепаратов на основе энтомопатогенных вирусов / Ж. А. Ширинян, В. Я. Исмаилов, Г. А. Сергиенко и [др] // Биологическая защита растений – основа стабилизации экосистем. 2004. – С. 355-364.

21. Ширинян Ж. А. Технология экспериментального производства и применения энтомопатогенных препаратов на основе вируса ядерного полиэдроза для биологического контроля насекомых-вредителей (Lepidoptera, Noctuidae) / Ж. А. Ширинян, Е. В. Бойкова, В. Я. Исмаилов // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем. 2006. – № 4. – С. 257-264.

22. Штерншис М. В. Биологическая защита растений. / М. В. Штерншис, Ф. С. Джалилова, И. В. Андреевой. М. – М.: Колос, 2004. – 264 с.

23. Gupta R. K. Selection and Field Effectiveness of Nucleopolyhedrovirus Isolates Against *Helicoverpa armigera* (Hubner) / R. K. Gupta, J. C. Raina, R. K. Arora // International Journal of Virology. 2007. – № 3. – P. 45-59.

24. Rohrmann G. F. Baculovirus Molecular Biology / Rohrmann G. F. USA: Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information 3rd. Edition, 2013. – 357 p.

25. Szewczyk B. Baculovirus biopesticides - a safe alternative to chemical protection of plants / B. Szewczyk, L. Rabalski, E. Krol // Journal of Biopesticides. 2009. – № 2(2). – P. 209-216.

References

1. Artokhin K. S. Sornyye rasteniya / K. S. Artokhin. – Rostov-na-Donu: Kniga, 2004. – S. 144.

2. Bakhvalov S. A. Sravnitel'naya kharakteristika biologicheskoy aktivnosti virusnykh preparatov Virin-NSH i Dzhipchek (Gypchek) / S. A. Bakhvalov, V. V. Martem'yanov, D. D. Podvayt // YEEZH. – 2005. – № 4(3). – S. 183-186.

3. Bey-Biyenko G. YA. Obshchaya entomologiya: Uchebnik / G. YA. Bey-Biyenko. – SPb.: Prospekt nauki, 2008. – 486 s.
4. Boykova Ye. V. Nekotoryye vozmozhnosti polucheniya i primeneniya kollektii entomopatogennykh virusov s tsel'yu sozdaniya biologicheskikh sredstv zashchity rasteniy / Ye. V. Boykova, Zh. A. Shirinyan, V. YA. Ismailov // *Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem.* – 2010. – S.419-424.
5. Boykova Ye. V. Povysheniye ustoychivosti virusnykh entomopatogenov roda Baculovirus k inaktiviruyushchemu vozdeystviyu fizicheskikh faktorov v usloviyakh polevogo opyta / Ye. V. Boykova // *Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii ekosistem.* – 2016. – S. 222-230.
6. Boykova Ye. V. Uovershenstvovaniye tekhnologii proizvodstva virusa yadernogo poliedroza khlopkovoy sovki / Ye. V. Boykova, Zh. A. Shirinyan, V. YA. Ismailov // *Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem.* 2008. – № 5. – S. 199-204.
7. Govorov D. N. Obzor fitosanitarnogo sostoyaniya posevov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v Rossiyskoy Federatsii v 2015 godu i prognoz razvitiya vrednykh ob'yektov v 2016 godu / D. N. Govorov, A. V. Zhivykh, N. V. Ipatova // FGBU «Rossel'khozsentr». M., 2016. – S. 317-324.
8. Gol'din Ye. B. Biologicheskaya zashchita rasteniy v XXI veke: tendentsii i perspektivy / Ye. B. Gol'din // *Agropromyshlennyy kompleks Kryma v XXI veke: Nauchnyye Trudy Krymskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* – 2002. – № 68. – S. 122-131.
9. Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii, 2018 god. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii (Minsel'khos Rossii). M. – 2018. – S. 960.
10. Ismailov V. YA. Rezul'taty polevykh ispytaniy virusa granuleza yablonnoy plodozhorki / V. YA. Ismailov, I. S. Agas'yeva. // *Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem.* – 2010. – № 6. – S. 433-436.
11. Kolosov A. V. Razrabotka i ispytaniya virusnykh entomopatogennykh preparatov dlya zashchity rasteniy: dis. ... kand. biol. nauk: 03.01.06 / Kolosov Aleksey Vladimirovich. – Kol'tsovo: FBUN GNTS VB «Vektor», 2011. – 131 s.
12. Kononenko V. S. Opredelitel' nasekomykh Dal'nego Vostoka / V. S. Kononenko. – Vladivostok: Dal'nauka, 2003. – 688 s.
13. Konstantinova G. M. Yablonevaya plodozhorka na Yuge Ukrainy / G. M. Konstantinova // *Propozitsiya.* 2016. – № 11. – S. 94-98.
14. Maksimova YU. V. Biologicheskiye metody zashchity lesa: uchebnoye posobiye / YU. V. Maksimova. – Tomsk: Izdatel'skiy Dom Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2014. – S. 172.
15. Mityushev I. I. Feromony pomogut zashchitit' urozhay / I. I. Mityushev // *Nastoyashchiy khozyain.* 2012. – № 5. – S. 11-12.
16. Pushnya M. V. Rezul'taty ispytaniy novykh preparatov protiv cheshuyekrylykh vreditel'ey / M. V. Pushnya, Ye. V. Boykova, Ye. G. Snasareva // *Nauchno-prakticheskiye puti povysheniya ekologicheskoy ustoychivosti i sotsial'no-ekonomicheskoye obespecheniye sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva.* – 2017. – S. 576-580.
17. Savkovskiy P. P. Atlas vreditel'ey plodovykh i yagodnykh kul'tur / P. P. Savkovskiy. – Kiyev: Urozhay, 1990. – 96 s.
18. Soroka S. V. Integrirovannyye sistemy zashchity sel'skokhozyaystvennykh kul'tur ot vreditel'ey, bolezney i sornyakov: rekomendatsii / S. V. Soroka. – Minsk: Belorusskaya nauka, 2005. – 463 s.

19. Shalamov V. N. Yablonnaya plodozhorka: mery bor'by i profilaktiki / V. N. Shalamov // Ural'skiy sadovod. 2015. – № 2. – S. 11.
20. Shirinyan ZH. A. Razrabotka tekhnologiy massovogo razvedeniya nasekomykh-fitofagov (Lepidoptera, Noctnidae) na iskusstvennykh pitatel'nykh sredakh (IPS) dlya proizvodstva entomofagov i biopreparatov na osnove entomopatogennykh virusov / ZH. A. Shirinyan, V. YA. Ismailov, G. A. Sergiyenko i [dr] // Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii ekosistem. 2004. – S. 355-364.
21. Shirinyan ZH. A. Tekhnologiya eksperimental'nogo proizvodstva i primeneniya entomopatogennykh preparatov na osnove virusa yadernogo poliedroza dlya biologicheskogo kontrolya nasekomykh-vrediteley (Lepidoptera, Noctuidae) / ZH. A. Shirinyan, Ye. V.Boykova, V. YA. Ismailov // Biologicheskaya zashchita rasteniy – osnova stabilizatsii agroekosistem. 2006. – № 4. – S. 257-264.
22. Shternshis M. V. Biologicheskaya zashchita rasteniy. / M. V. Shternshis, F. S. Dzhililova, I. V. Andreyevoy. M. – M.: Kolos, 2004. – 264 s.
23. Gupta R. K. Selection and Field Effectiveness of Nucleopolyhedrovirus Isolates Against *Helicoverpa armigera* (Hubner) / R. K. Gupta, J. C. Raina, R. K. Arora // International Journal of Virology. 2007. – № 3. – P. 45-59.
24. Rohrmann G. F. Baculovirus Molecular Biology / Rohrmann G. F. USA: Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information 3rd. Edition, 2013. – 357 p.
25. Szewczyk B. Baculovirus biopesticides - a safe alternative to chemical protection of plants / B. Szewczyk, L. Rabalski, E.Krol // Journal of Biopesticides. 2009. – № 2(2). – P. 209-216.