

УДК 632.937

Состояние и перспективы использования микоинсектицидов для контроля численности саранчовых

Г.Р. ЛЕДНЕВ, М.В. ЛЕВЧЕНКО,
В.Ю. КРЮКОВ, П.В. МИТЬКОВЕЦ,
О.Н. ЯРОСЛАВЦЕВА,
А.М. УСПАНОВ, В.А. ПАВЛЮШИН

В России в качестве вредителей отмечено около 60 видов саранчовых, из которых особо вредоносными являются 10–12 [1]. Наибольшую опасность из них представляют стадные виды – перелетная саранча и итальянский прус.

В странах СНГ на протяжении последних двух столетий было зарегистрировано 84 случая массового размножения саранчовых [3]. Несмотря на значительные успехи в разработке новых инсектицидов проблема борьбы с саранчовыми на территории бывшего СССР к концу XX века не только не уменьшилась, а, наоборот, в значительной степени усилилась.

Реформирование сельского хозяйства и службы защиты растений, а также резкое увеличение площади необрабатываемых земель обострили фитосанитарную ситуацию. Уже в 1993 г. саранчовые были выявлены почти на 4 млн га. При этом защитные мероприятия проведены на 670 тыс. га, что в 6 раз больше средних показателей за предыдущие 10 лет. В 2000 г. в России химические обработки против саранчи были проведены на площади 2 млн га [1]. В начале XXI века только в Южном федеральном округе химические инсектициды против саранчовых ежегодно использовались на площади 300–500 тыс. га [5].

Аналогичная ситуация складывается и в Казахстане [3]. В 1999 г. саранчовые уничтожили только зерно-

вые культуры на площади 220 тыс. га. При этом потери составили 15 млн долл. США. В 2000 г. площадь, обработанная инсектицидами, превысила 8 млн га, что почти в 9 раз выше среднемноголетнего объема обработок всех предшествующих лет. Затраты Казахстана на противосаранчовые мероприятия составили в 1999 г. – 4,8 млн, а в 2000 г. – 23 млн долл. США. В последние три года на юге России снова наблюдается активный подъем численности итальянского пруса и азиатской саранчи.

В странах СНГ для контроля численности саранчовых используют только химические инсектициды. Однако масштабное применение пестицидов, как известно, может привести к возникновению резистентных популяций вредителей и загрязнению окружающей среды. К тому же в рекреационных и водоохранных зонах, а также на заповедных территориях использование химических пестицидов законодательно полностью запрещено.

Одним из альтернативных экологически безопасных методов защиты растений является микробиологический. Среди всего разнообразия энтомопатогенных микроорганизмов одной из наиболее перспективных групп, с точки зрения контроля численности саранчовых, являются грибы из ряда анаморфных родов *Metarrhizium* и *Beauveria*. Исследования этих микроорганизмов активно проводятся во многих странах мира – США, Аргентине, Бразилии, Южно-Африканской Республике, Франции, Германии, Испании и др. [7, 9, 10].

В апреле 2004 г. на заседании Консультационного комитета по пестицидам ФАО было рекомендовано расширить долю микробиологических средств в интегрированных программах контроля численности саранчовых и, в первую очередь, препаратов на основе энтомопатогенных грибов [4].

За рубежом созданы и успешно внедрены два препарата на основе гриба *Metarrhizium anisopliae* var. *acridum* – Green Muscle® и Green Guard®, обладающих высокой биологической эффективностью (85–95 %) против перелетной, пустынной, мароккской саранчи и кобылок [10]. В США разработаны два экспериментальных противосаранчовых препарата на основе *B. bassiana* – Mycoside GH® и Mycotrol®. К настоящему времени ассортимент зарубежных микоинсектицидов для контроля численности саранчовых включает 11 наименований [8].

На территории СНГ исследования в этом направлении до недавнего времени были немногочисленны и носили эпизодический характер. Имеется ряд сообщений о высокой (до 100 %) эффективности отдельных штаммов грибов *Beauveria bassiana* и *B. brongniartii* (Sacc.) Petch. против стадных и нестадных видов [6].

В начале 2000-х годов в ВИЗР были инициированы работы по созданию отечественных микоинсектицидов для подавления численности саранчовых. При отборе штаммов – продуцентов гриба мы использовали комплексный подход, проводя поэтапный скрининг по комплексу целевых признаков – вирулентности, термофильности и продуктивности. Особое значение имеет термофильность, поскольку большинство существующих микоинсектицидов проявляет высокую биологическую эффективность только при температурах до 30 °С и высокой относительной влажности, а в условиях аридных зон их активность резко снижается. Это и вызывает необходимость при разработ-

ке новых биопрепаратов для южных регионов (основные зоны вредоносности саранчовых) уже на этапе первичного скрининга штаммов вести их отбор и по признаку термофильности.

На первом этапе исследований был проведен скрининг штаммов и природных изолятов грибов *B. bassiana* (45 культур), *B. brongneartii* (2 культуры) и *M. anisopliae* (5 культур), выделенных из трупов насекомых, собранных в различных природно-климатических зонах России и Казахстана, по признаку вирулентности на личинках перелетной саранчи. На данном этапе работ использовали водную суспензию конидий грибов с титром 1×10^7 /мл. Проведенные исследования показали высокую гетерогенность культур по биологической активности. При этом доля высоковирулентных форм (смертность выше 90 %) составила 38 %, а слабовирулентных (смертность менее 60 %) – 37,2 %, остальные (24,8 %) относились к средневирulentным.

Отобранные высоковирулентные штаммы затем при поверхностном культивировании оценивали на термотолерантность и продуктивность при поверхностном культивировании.

Оценка выживаемости конидий изучаемых штаммов в диапазоне температур от 20 до 35 °С также показала значительную гетерогенность культур по данному показателю. Только два штамма проявили относительно высокую термофильность. Интенсивное прорастание конидий у них (50–62 %) наблюдали даже при 35 °С. Еще для двух культур в этих условиях уровень выживаемости конидий достигал 30–35 %. Для подавляющего большинства протестированных культур при данном температурном режиме доля жизнеспособных конидий не превышала 10 %, а у некоторых все споры инактивировались.

Наибольшую термофильность проявили культуры, изолированные из аридных зон (сухие степи Ново-

сибирской и Алматинской областей).

Изучение продуктивности отобранных штаммов при твердофазной ферментации на пшене также показало значительное варьирование культур грибов. Итоговый титр конидий (14-е сутки) варьировал от 3×10^7 до 1×10^9 /мл. Лишь три штамма из четырнадцати показали относительно высокую продуктивность.

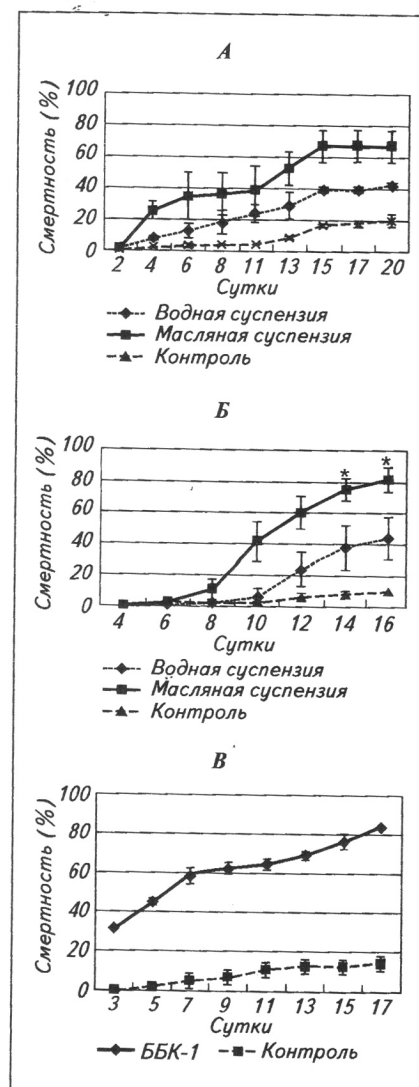
В результате проведенного массового ступенчатого скрининга энтомопатогенных грибов в качестве штаммов-продуцентов для создания нового микоинсектицида против саранчовых было отобрано две культуры – *B. bassiana* (ББК-1) и *M. anisopliae* (МАК-1), изолированные из трупов итальянского пруса в Карасукском районе Новосибирской области. Еще три культуры, проявившие относительно высокие показатели по всем трем изучаемым параметрам, можно рассматривать в качестве потенциальных продуцентов.

Для указанных культур в лабораторных условиях были проведены работы по установлению оптимальных титров рабочей суспензии для эффективного подавления перелетной саранчи. Для личинок как младших, так и старших возрастов вредителя при титре отобранных штаммов 1×10^7 спор/мл 100 % смертность наблюдали уже на 5–7-е сутки после заражения.

Следующим этапом наших исследований являлась оптимизация способов применения энтомопатогенных грибов для контроля численности саранчовых.

В настоящее время грибные биопрепараты для контроля численности саранчовых применяют путем опрыскивания активных фаз вредителей в очагах их массового размножения. Проведенные в 2009–2010 гг. полевые испытания конидиальных суспензий гриба *B. bassiana*, штамм ББК-1 (Алматинская обл.) методом ультрамалообъемного опрыскивания показали, что в реальных условиях аридной зоны гриб

проявляет относительно высокую биологическую активность. Так, при норме расхода масляной суспензии 1×10^{12} конидий гриба/га уровень смертности личинок старших возрастов перелетной саранчи через две недели после обработки при помещении обработанных насекомых под изоляторы из газовой ткани непосредственно в поле составлял 70–75 % (рис. 1А), а для старших



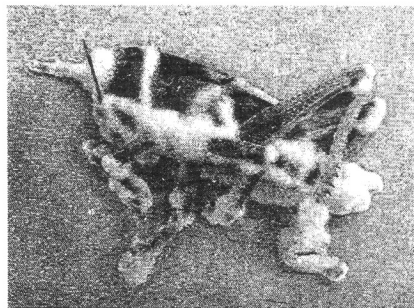
1. Биологическая активность гриба *B. bassiana* (штамм ББК-1) против перелетной саранчи (А), комплекса нестадных саранчовых (Б) в Алматинской области Казахстана и итальянского пруса в Астраханской области (В)

возрастов и имаго комплекса не-стадных саранчовых – достигал 80–85 % (рис. 1Б). Следует отметить, что при использовании водной суспензии конидий гриба смертность указанных видов вредителей была ниже на 30–40 %.

Сходные результаты были получены и при проведении полевых испытаний в 2011 г. в Астраханской области на личинках итальянского пруса, биологическая эффективность масляной суспензии составила 80–84 % (рис. 1В).

Важным обстоятельством является то, что в указанных опытах происходило 100 % заражение обработанных особей. Так, в Алматинской области при помещении обработанных в поле личинок перелетной саранчи в лабораторные условия уже через неделю все насекомые погибли. При этом на всех трупах активно развивался мицелиальный налет (рис. 2). Это еще раз свидетельствует о том, что высокая температура воздуха и повышенный уровень инсоляции оказывают сильное негативное влияние на эффективность грибных биопрепаратов. В связи с этим необходим поиск эффективных композиций препаративной формы биопрепарата, повышающих жизнеспособность конидий гриба в реальных условиях аридных зон.

Как отмечено выше, применение микоинсектицидов проводится аналогично применению химических инсектицидов, и речь идет о контроле численности целевого объекта только в обработанном поколении без дальнейшей циркуляции патогена в популяции насекомого-хозяина. Нами предлагается новая стратегия использования грибных биопрепаратов путем создания долговременных инфекционных очагов в популяциях саранчовых и, в первую очередь, в местах их резервации [2]. Подобный подход особенно актуален для перелетной саранчи, у которой основные гнездилища приурочены к тростниковым крепям вокруг водоемов, то есть в местах,



2. Мицелиальный налет гриба *B. bassiana* на трупке личинки перелетной саранчи

где использование химических инсектицидов запрещено.

Так, в июне 2008 г. в гнездилище перелетной саранчи в Каратальском районе Алматинской области была проведена интродукция гриба *B. bassiana* (штамм ББК-1) путем опрыскивания почвы в тростниковых крепях (норма расхода – 1×10^{13} конидий/га).

Изучение структуры видового состава микромицетов после интродукции *B. bassiana* штамм ББК-1 показало, что через сутки в почвенной микобиоте доля интродуцированного вида составила 80 % (рис. 3). В последующем наблюдали существенное снижение удельного веса *B. bassiana*. Через 4 месяца его доля снизилась до 4 % и стабилизировалась. Через год она составила 6,5 %. При этом в контроле данный вид гриба полностью отсутствовал.

Это показывает, что интродуцированный штамм способен сохраняться в почве в активном состоянии в



3. Динамика удельного веса гриба *B. bassiana* (штамм ББК-1) в почвенной микобиоте после его интродукции в гнездилище перелетной саранчи

течение года, что создает благоприятные условия для долговременной регуляции численности азиатской саранчи в местах ее резервации. Учитывая, что внесение гриба в почву было проведено в середине июля, то есть в наиболее жаркий период, когда дневные температуры воздуха в регионе превышают 40°C , это подтверждает достаточно высокую толерантность штамма к повышенным температурам. При интродукции гриба в более благоприятный период (осень или ранняя весна) количество выживших в течение длительного периода времени клонов интродуцента будет гораздо выше.

В результате проведенных комплексных исследований были отобраны высоковирулентные в отношении саранчовых штаммы, обладающие относительно высокой термостойкостью и продуктивностью, созданы лабораторные образцы нового микоинсектицида с высокой биологической эффективностью в реальных условиях аридных зон и усовершенствованы способы его применения. При небольшом дополнительном финансировании можно будет в ближайшие годы зарегистрировать в России и использовать в практике защиты растений новый биологический препарат на основе гриба *B. bassiana*.

Работа поддержана грантом президента РФ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Долженко В.И. Вредные саранчовые: биология, средства и технология борьбы. – С-Пб, 2003, 216 с.
2. Исси И.В., Леднев Г.Р. О необходимости изменения стратегии биологической борьбы с массовыми видами саранчовых. // Бул. ВПРС МОББ, 2002, в. 33, с. 121–126.
3. Камбулин В.Е., Ыскак С., Толеубаев К.М. Динамика популяций стадных саранчовых в Казахстане // Защита и карантин растений, 2010, № 4, с. 17–20.
4. Сергеев М.Г., Лачининский А.В. Стадные саранчовые: начало грядущего века. // Энтомологические исследования в Северной Азии. Новосибирск, 2006, с. 284–286.

5. Столяров М.В. Особенности мониторинга стадных саранчовых и противосаранчовых кампаний на юге России. // Защита и карантин растений, № 4, 2007, с. 40–43.

6. Штерншис М.В., Цветкова В.П. Микробиологический метод контроля саранчовых. // Защита и карантин растений, 2002, № 6, с. 26–27.

7. Charnley A.K., Collins S.A. Entomopathogenic Fungi and Their Role in Pest Control // Environmental and Microbial Relationships. The Mycota: A Comprehensive Treatise on Fungi as Experimental Systems for basic and Applied Research / Ed C.P. Kubicek, K. Esser and I.S. Druzhinina, v. 4. Springer, 2007, pp. 159–187.

8. Faria M., Wraight S.P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: A comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types. // Biological Control, 2007, 43:237–256.

9. Inglis G.D., Goettel M.S., Erlandson M.A., Weaver D.K. Grasshoppers and locusts // Field Manual of techniques in Invertebrate Pathology. Application and Evaluation of Pathogens for Control of Insects and other Invertebrate Pests, Springer 2007, pp. 627–654.

10. Lomer C.J., Bateman R.P., Johnson D.L., Langewald J., Thomas M.B. Biological control of locusts and grasshoppers. // Ann. Review Entomol. 2001, v. 46, p. 667–702.

Аннотация. Представлены данные массового ступенчатого скрининга штаммов энтомопатогенных грибов по трем основным показателям: вирулентности в отношении саранчовых, термотолерантности и продуктивности. Предложен новый метод использования грибов для контроля численности саранчовых путем их массовой колонизации в места резерваций саранчовых.

Ключевые слова. Саранчовые, энтомопатогенные грибы, микоинсектициды, вирулентность, термотолерантность, продуктивность, интродукция.

Abstract. Mass-scale screening of virulence to locusts, productivity and heat tolerance of strains of entomopathogenic fungi is performed. The most promising strains are selected. The perspectives of their use are discussed.

Keywords. Locusts, grasshoppers, entomopathogenic fungi, virulence, heat tolerance, productivity.

ВИЗР,
Институт систематики
и экологии животных СО РАН,
Казахский НИИ защиты
и карантина растений

УДК 595.7:57.034

Оптимизация массового разведения златоглазки обыкновенной

Е.М. МУНТЯН, И.А. СЕКИРОВ,
В.Д. КАРЕЛИН, И.Г. ЯЗЛОВЕЦКИЙ
e-mail: moontyane@yahoo.com

Во многих странах златоглазку обыкновенную (*Chrysopa carnea* Steph.) применяют для защиты овощных и зеленных культур закрытого грунта от тлей и других сосущих вредителей [6]. Наводняющие выпуски этого хищника требуют разведения значительных количеств личинок младших возрастов. Однако при длительном культивировании в искусственных условиях генофонд лабораторных культур хризопид неизбежно обедняется в результате спонтанных селекционных процессов. Это обычно сопровождается изменением важнейших биологических показателей разводимых насекомых. Установлено, что в ходе последовательных генераций в массовой культуре снижается прожорливость и поисковая способность личинок [1, 4]. Разведение энтомофага при постоянном 16-часовом световом дне и температуре 25 °С приводит к снижению плодовитости и продолжительности жизни имаго [3, 4].

Упомянутые и некоторые другие биологические показатели, от которых зависит качество массовой культуры, определяются физиологическим состоянием энтомофага в условиях разведения. Важным абиотическим фактором, регулирующим метаболизм златоглазок на гормональном уровне, является продолжительность светового дня. Природные популяции златоглазок при уменьшении продолжительности светового дня впадают в репродуктивную диапаузу. Фотопериодическая реакция *Ch. carnea* генетически детерминирована на фоне широкой внутривидовой изменчивости [5]. Известные технологии массового разведения златоглазок не предусматривают

введение производственных культур в диапаузу, которая является необходимым этапом в жизненном цикле хищников этого семейства.

Для формирования культуры златоглазки обыкновенной, способной к диапаузе, потомство ее природной популяции, начиная со стадии яйца, подвергали отбору на диапаузу при коротком (10 часов) световом дне. Имаго после 30-дневной диапаузы переносили в условия длинного (16 часов) светового дня для реактивации и получения следующей генерации. В условиях короткого дня имаго кормили сухой смесью дрожжей и сахарозы и 40 % раствором сахарозы; при длинном дне раствор сахарозы заменяли водой. Таким способом было сформировано две культуры *Ch. carnea*. Златоглазок (культура П/д-88) в каждой генерации отбирали по способности входить в диапаузу, что привело в итоге к формированию однородной по этому признаку культуры энтомофага (см. таблицу). Все насекомые, начиная уже с III генерации, были способны впасть в диапаузу при сокращенном световом дне. Эта способность сохранялась у них на протяжении 28 поколений лабораторного разведения.

При периодическом разведении насекомых в условиях короткого дня (каждая III генерация культуры П-88) для популяции характерна гетерогенная фотопериодическая реакция на протяжении значительного (более 20) числа поколений. При постоянном 16-часовом или 10-часовом световом дне и температуре 25 °С нами были сформированы бездиапаузные культуры энтомофага, названные соответственно П-86 и Б-88.

Генетическая неоднородность природных популяций *Ch. carnea* по фотопериодической реакции позволяет формировать культуры хищни-