

УДК 57.022

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА ТЕЧЕНИЕ ГРИБНЫХ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ БОЛЕЗНЕЙ НАСЕКОМЫХ

**О.В. Поленогова, В.Ю. Крюков, О.Н. Ярославцева, О.Г. Томилова, Е.В. Гризанова,
Ю.Б. Аханаев, И.М. Дубовский, В.В. Глупов**

Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия, ovr0408@yandex.ru

Абиотические факторы среды могут в значительной степени повлиять на эффективность развития грибных и бактериальных инфекций насекомых. Инфекционные клетки *Beauveria bassiana* и *Bacillus thuringiensis* были использованы для заражения личинок *Leptinotarsa decemlineata*, которых содержали при низких или при высоких температурах, что соответствует оптимальным условиям для микозов и бактериозов, соответственно. Синергизм грибных и бактериальных инфекций был обнаружен в обоих случаях, оба патогена обнаружены в трупах насекомых. При низких температурах насекомые были более устойчивы к инфекциям по причине повышенной активности иммунной системы и детоксицирующих ферментов.

Ключевые слова: *Leptinotarsa decemlineata*, патогены, грибные инфекции, бактерии, *Bacillus thuringiensis*.

В естественных условиях на эффективность развития инфекционного процесса у насекомых, вызванного грибными и бактериальными агентами, могут в значительной степени влиять абиотические факторы среды. Так, бактерии *Yersinia entomophaga*, патогенные для ряда видов насекомых, при пероральном заражении *Galleria mellonella* оказались вирулентными при 25 °С и авирулентными при 37 °С [Hurst et al., 2015]. Эти эксперименты были проведены с участием лабораторных линий насекомых, содер-

жащихся при постоянных условиях. Однако неясно, как происходит развитие бактериальной инфекции в природной популяции насекомых, при моделировании условий максимально приближенных к естественным.

Нами было проведено совместное заражение личинок колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* (Say) конидиями гриба *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. и споро-кристаллической смесью бактерий *Bacillus thuringiensis*, при этом насекомые содержались в услови-

ях двух колеблющихся температурных режимах (I: день +32 °С, ночь +25 °С; II: день +25 °С, ночь +17 °С). Выбранные режимы соответствуют разным оптимумам для патогенов: грибной инфекции – низкие температуры, бактериальной – высокие. В свою очередь, личинки колорадского жука быстрее развиваются при высокотемпературном режиме, однако в этом случае возможно развитие кишечных бактериальных инфекций. В результате проведенных опытов был выявлен синергизм в смертности насекомых при смешанном заражении в условиях обоих температурных режимов. Смертность при микозе практически не отличалась на разных температурных режимах и на 13 сутки эксперимента достигала 90%. Однако, смертность при бактериальной инфекции к концу эксперимента во II-м температурном режиме не превышала 18%, тогда как, на более высоких температурах достигала 50%. Смешанная инфекция приводила к 100%-й смертности в обоих режимах, коэффициент синергизма при низкотемпературном режиме оказался выше. Общее число гемоцитов снижалось при бактериозе и смешанной инфекции при обоих температурных режимах. Также были зарегистрированы изменения в активности ферментов детоксицирующей системы насекомых. Было проведено измерение активности ряда ферментов, участвующих в защитных реакциях насекомых, таких как фенолоксидаза (ФО), неспецифические эстеразы (ЭСТ), глутатион-S-трансфераза (ГСТ), в различных органах и тканях (гемолимфа, кутикула, кишечник, жировое тело). Было показано, что изменение данных показателей наиболее выражено при более низких температурах. Так, было зарегистрировано снижение активности ФО (в кутикуле и лимфе) у нативных насекомых при содержании приворотом температурном режиме. Кроме того, при низкотемпературном режиме в жировом теле личинок было зарегистрировано повышение активности ФО, пода-

влялась активность ГСТ и ЭСТ, как при бактериозах, так и при смешанном заражении. В кишечнике наоборот, была тенденция к активации данных показателей. Полученные нами данные согласуются с рядом других работ. Так, при инфицировании *Galleria mellonella* бактериями *Bacillus thuringiensis* и коротком воздействии 12 °С температурой было показано, что индукция иммунного ответа у насекомых выше, чем у личинок, постоянно содержащихся при 28 °С [Wojda et al., 2015].

В наших экспериментах также проводилось исследование конкурентных взаимоотношений между грибом и бактерией методом выделения энтомопатогенов из трупов насекомых при разных типах заражений. Было установлено, что оба патогена сосуществуют в погибших насекомых. При смешанном заражении из погибших насекомых выделяются как грибы, так и бактерии, однако при более низких температурах в большем количестве случаев выделяется энтомопатогенный грибок, а при более высоких температурах – бактерии. Данный результат подтверждает более интенсивное развитие бактерий при высоких температурах.

Таким образом, низкие температуры позволяют насекомым активировать ряд защитных систем и уйти от бактериальной инфекции. Однако при низкотемпературном режиме также происходит подавление бактериями клеточного иммунитета и детоксицирующих ферментов в жировом теле. Это, в свою очередь, приводит к повышению чувствительности к грибу и эффекту синергизма. В целом сочетание *B.bassiana* + *B.thuringiensis* эффективно при разных температурных условиях, поэтому может быть использовано для эффективного сдерживания численности колорадского жука.

Работа проводилась при поддержке гранта Президента РФ МК-6278.2015.4.

Библиографический список (References)

Hurst M., Zdybicka-Barabas A., Cytrynska M. Temperature-Dependent *Galleria mellonella* Mortality as a Result of *Yersinia entomophaga* Infection // Applied and Environmental Microbiology. 2015. V.81. N 18.

Wojda Iwona, Tazslow Paulina, Jakubowicz Teresa. The effect of cold shock on the immune response of the greater wax moth *Galleria mellonella* after infection with entomopathogenic bacteria *Bacillus thuringiensis* // Annales UMCS, Biologia. 2015. V. 69. I. 2. P. 7–18.

Plant Protection News, 2016, 3(89), p. 131–132

EFFECT OF DIFFERENT TEMPERATURE CONDITION FOR FUNGAL AND BACTERIAL DISEASES OF INSECTS

O.V. Polenogova, V.Yu. Kryukov, O.N. Yaroslavtseva, O.G. Tomilova, E.V. Grizanova, Yu.B. Akhaneaev, I.M. Dubovskiy, V.V. Glupov

Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, ovp0408@yandex.ru

Abiotic factors can efficiently influence development of fungal and bacterial infections of insects. Infective cells of *Beauveria bassiana* and *Bacillus thuringiensis* were used to infect *Leptinotarsa decemlineata* larvae which were reared either at low or at high temperature, being optimal for development of fungal and bacterial infections, respectively. Synergism of fungal-bacterial mixture was found both at high and low temperatures. Both pathogens were revealed in cadavers of mix-infected insects. Under low temperature conditions insects were more resistant to infections because of immune system and detoxification enzymes were more effective.