О. Д. Богатырев, нс

И. С. Агасьева, внс, зав. лаб. государственной коллекции энтомоакарифагов и первичной оценки биологических средств защиты растений, к.б.н.

ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений", Россия, г. Краснодар,
vniibzr@mail.ru

УДК 632.937.32

DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-207-211

МАССОВОЕ РАЗВЕДЕНИЕ ЭНТОМОФАГА *HABROBRACON NEBETOR* SAY: ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПОЗВОЛЯЮЩИЕ СНИЗИТЬ СТОИМОСТЬ КОНЕЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Реферат. В статье представлено краткое изложение способов интеграции информационных технологий в известные методы массового разведения агентов биологического контроля вредителей сельскохозяйственных культур. На примере промышленного разведения энтомофага — габробракона показана специфика такой интеграции. При этом снижение стоимости биологического агента достигается благодаря увеличению объема производства, за счет модернизации технологического оборудования и сокращения производственных затрат. Также рассматриваются технологические решения, позволяющие улучшить основные показатели качества продукции.

Ключевые слова: биологический контроль вредителей, энтомофаги, габробракон, массовое разведение, биофабрика

Summary. The article presents a brief summary of the process integration of information technology in the known methods of mass incubation of agents of biological control of agricultural crop pests. Mass incubation of *habrobracon* entomophage has been taken as an example to show the specificity of this integration. At the same time, a decrease in the cost of the biological agent is achieved by increasing the volume of production, due to the modernization of technological equipment and reducing production costs. Technological solutions to improve the basic indicators of product quality are also considered.

Keywords: biological control of pests, entomophages, *habrobracon*, mass incubation, biofactory

Введение

Увеличение объемов производства качественной органической продукции земледелия и обострение конкуренции на рынке биологических средств защиты растений являются постоянными векторами развития сельского хозяйства в мире. И они предъявляют дополнительные требования как при проектировании нового, так и при модернизации уже имеющегося технологического оборудования для массового разведения энтомофагов опасных видов вредителей сельскохозяйственных культур.

Прежде всего, это требования в части эффективной интеграции информационных технологий в известные методы массового разведения агентов биологического контроля вредителей. Для получения конкурентоспособной

продукции при массовом разведении агентов биологического контроля необходима дальнейшая автоматизация технологического процесса. Для этого предпочтительно привлечение перспективных цифровых средств и систем контроля параметров технологического процесса, оценки качества исходного сырья и выходной продукции.

Особое место по эффективности применения среди агентов биологического контроля занимают энтомофаги. Одним из востребованных видов наравне с трихограммой стал габробракон. Использование габробракона против основных вредителей сельскохозяйственных культур и эффективность его практического применения требуют совершенствования известных [1] технологий его разведения. Действующие отечественные биофабрики по массовому разведению габробракона не обеспечивают увеличивающиеся потребности сельхозпроизводства. Анализ наиболее известных [1] распространенных технологий массового разведения габробракона и опыт продолжительной эксплуатации оборудования выявили основные существующие недостатки, не позволяющие биофабрикам производить конкурентоспособную продукцию. Основной недостаток — отсутствие развитого информационного обеспечения технологического процесса. Для основных этапов это не позволяет реализовать в полной мере возможность автоматической корректировки значений температуры, относительной влажности воздуха, освещенности и фотопериода. А также обеспечить оперативный контроль содержания пыли и микроорганизмов в воздухе, газовый состав и степень ионизации.

Материалы и методы исследований

Подобно массовому разведению трихограммы, габробракона разводят не на основном хозяине (совке), а на мельничной огневке *Ephestia kuehniella* Zell или большой восковой огневке *Galleria mellonella* Zell.

На примере известного [2] метода разведения мельничной огневки можно показать актуальность дальнейшего развития технологического процесса.

Важным этапом технологического процесса массового разведения мельничной огневки является получение яиц. На этом этапе важно придерживаться оптимальных технологических режимов и не допускать отклонений по условиям содержания: влажности, температуры, освещенности. Качество и количество яиц мельничной огневки определяют дальнейшее развитие гусениц старших возрастов и габробракона [3, 5]. Именно в этот период структурированные данные по основным параметрам технологического процесса начинают поступать с цифровых средств контроля на сервер для дальнейшей обработки. Учитывается информация о рецептуре подкормки бабочек мельничной огневки стимуляторами плодовитости и возможных отклонениях от оптимальных условий их содержания: температуры +26-28 °С, относительной влажности воздуха 70-90 %, дополнительной аэрации, подсветки > 550 nm.

Выполнение этих условий определяет среднюю продолжительность жизни 8-10 суток и плодовитость не менее 120 яиц. Самые жизнеспособные яйца получают в период с 2-7 суток, средняя плодовитость — 160-210 яиц. Следующий этап технологического процесса — получение гусениц мельничной огневки. Оптимальные условия для их развития — температура +24-29 °С, относительная влажность воздуха 65-80 %.

Обсуждение результатов

С учетом обработки структурированных данных необходима корректировка технологических параметров. Интенсивное развитие гусениц проходит в указанном диапазоне температур и начинает снижаться при достижении +29 °С. Для их массовой наработки важное значение имеет ускорение сроков развития (при программно определяемых допустимых потерях), поэтому управляющий сервер, через исполнительные драйвера, скорректирует параметры технологического процесса: в частности, повысит температуру содержания гусениц до +27-30 °С.

В таблице 1 приведены зависимости сроков развития и выживаемости гусениц и яиц от температуры. Изменение влажности воздуха свыше 60 % оказывает влияние существенно меньше, чем изменение температуры.

Таблица 1.

Влияние температур воздуха на параметры разведения мельничной огневки

Интервал температур, °С	Отрождение гусениц из яиц, %	Продолжит. эмбрионального развития, сутки	Выживаемость гусениц, %	Срок развития гусениц, сутки
+24-25	80-90	5-8	85-90	30-40
+26-27	80-90	3-5	85-90	28-35
+28-30	75-85	2-4	80-85	25-30

При массовом разведении гусениц толщина слоя ИПС (искусственной питательной среды) ограничена 10 мм. В этих условиях период развития старших возрастов удлиняется, и гусеницы мигрируют из ИПС. Так как в этот период происходит нагревание ИПС за счет активного развития гусениц, то исполнительные элементы сервера своевременно произведут автоматическую корректировку изменения температуры. Кроме того, на заключительном этапе для ускорения выхода гусениц из ИПС важно локально кратковременно создать градиент температуры в слое ИПС. Нижняя часть слоя ИПС нагревается до температуры +40-45 °С.

Важным этапом процесса является разведение бабочек мельничной огневки. Оптимальные условия для развития куколок — температура +26-28 °С, отно-

сительная влажность воздуха 70-90 %, полное отсутствие освещения. Значения этих параметров также поступают на сервер. Развитие куколок проходит за 8-12 суток. Выход бабочек длится до двух недель [4, 6, 7]. Для массового разведения габробракона важное значение имеют скорость развития, показатель заражения, гибель личинок, скорость сбора имаго. Эти данные в зависимости от температуры приведены в таблице 2. При этом оптимальная влажность воздуха при разведении имаго и преимагинальных стадий габробракона составляет 70-90 %.

Таблица 2.

Влияние температуры воздуха на основные параметры массового разведения эктопаразита габробракона

Интервал температуры, °С	Заражение гусениц, %	Гибель личинок габробракона, %	Производительность сбора имаго, особь/час
+19-22	75-80	10-20	110-160
+23-24	75-80	5-11	140-200
+25-26	80-85	5-6	220-280
+27-28	85-90	5-6	280-320
+28-29	85-90	5-6	280-320
+30-31	70-80	10-25	320-390

В зависимости от предыдущих показателей технологических режимов разведения мельничной огневки происходит аналогичная корректировка для разведения габробракона.

Выводы

— интеграция информационных технологий в известные методы массового разведения агентов биологического контроля вредителей позволяет оптимизировать технологический процесс. Как следствие, улучшаются основные показатели качества продукции и сокращаются производственные издержки не менее, чем на 10 %;

— анализ технологических режимов, позволяет получить дополнительные данные, необходимые для подбора и оптимизации ИПС;

— технически реализуется возможность дистанционного контроля основных параметров технологических режимов посредством удаленного доступа.

Список использованной литературы

1. Горбатовский В. В., Гордейчук А. И. Биологические особенности наездника габробракона как определяющие факторы его массового разведения // Сельскохозяйственное приборостроение, 1983. — № 1(34). — С. 42–47.

2. Расницына Н. М., Гордейчук А. И. Перспективы использования мельничной огневки для массового промышленного разведения // Защита растений, 1985. — № 5. — С. 36–37.
3. Какачия Н. А. Результаты изучения влияния температуры и влажности воздуха на преимагинальные фазы мельничной огневки (*Ephestia kuehniella* Zell) // Матер. VII сессии Закавказского совета. — Кировобад, 1975. — С. 266–268.
4. Перегонченко Б. М., Боголюбова А. С. Методические указания по массовому разведению и применению габробракона. — Ташкент: МСХ СССР, 1976. — С. 125–127.
5. Агасьева И. С., Исмаилов В. Я. Роль биотехнологии в биологической защите растений // Труды Кубанского Государственного аграрного университета, 2016. — № 58. — С. 67–74.
6. Исмаилов В. Я., Агасьева И. С., Киль В. И. и др. Изучение биологических особенностей эктопаразита *Habrobracon hebetor* Say в целях оптимизации биоценотической регуляции численности вредных чешуекрылых // Наука Кубани, 2017. — № 4. — С. 26–33.
7. Агасьева И. С., Исмаилов В. Я., Федоренко Е. В. Изучение трофических связей различных географических популяций эктопаразитоида гусениц *Habrobracon hebetor* Say // Труды Кубанского Государственного аграрного университета, 2018. — № 75. — С. 59–65.

O. D. Bogatyrev, I. S. Agasyeva

All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia

**MASS INCUBATION OF THE *HABROBRACON HEBETOR* SAY ENTOMOFAG:
TECHNICAL SOLUTIONS, ALLOWING TO REDUCE THE COST OF FINAL
PRODUCTS**