

1993, том I, вып. I

УДК 595.70:638.8

(с) 1993г. А. В. ЗЛЮТИН

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАССОВОГО РАЗВЕДЕНИЯ НАСЕКОМЫХ

В настоящее время массовое разведение насекомых используется для решения следующих основных программ технической энтомологии:

- 1) получение продуктов питания, сырья и биологически активных веществ;
- 2) разведение насекомых энтомофагов и фитофагов в биологической борьбе;
- 3) разведение насекомых для переработки различных отходов и получения кормового белка;
- 4) для рекультивации земель;
- 5) опыления растений.

Для дальнейшего повышения их эффективности существенное значение имела бы разработка теоретических основ технической энтомологии, как баынта решения практических задач.

Теоретические основы создания и управления культурами насекомых базируются на познании физиологических и генетических изменений, происходящих в культурах в процессе разведения и выявления механизмов, обуславливающих эти изменения.

Познание этих механизмов невозможно без изучения биологии и экологии насекомых, их физиологии, генетики и этологии и сопряженных дисциплин, таких как экологическая физиология насекомых, физиологическая экология, экологическая и популяцион-

нзя генетика и др., составляющих теоретический базис технической энтомологии.

Для изучения закономерностей, регулирующих изменения численности и качества культур насекомых, в принципе, могут быть использованы логические модели, основанные на положениях общей теории систем как совокупности взаимодействующих элементов. Однако, в силу изменения характера среды обитания, упрощения пищевых цепей, "саморегулирование" достигается действиями экспериментатора по оптимизации биотехнической экосистемы.

Рассмотрение с позиции общей теории систем роли отдельных экологических факторов в динамике численности культур насекомых позволило нам впервые вскрыть экологические механизмы преобразования генетической структуры популяции и её физиологического состояния и обосновать ведущие принципы оптимизации массового разведения насекомых (Злотин, 1981).

В результате эколого-генетического анализа состояния культур насекомых в условиях массового разведения установлено, что они претерпевают ряд изменений, обусловленных как постоянным временным дрейфом системы (сезонным, генетическим, действием неконтролируемых факторов, и др.), так и изменением характера и направленности действия факторов отбора, обычно, стабилизирующих популяции в биоценозе. Так как экологические факторы среды перестают выполнять роль факторов, стабилизирующих культуру по жизнеспособности, при разведении неизбежно общее снижение жизнеспособности и продуктивности культур насекомых.

Эти изменения в первую очередь касаются пространственной, возрастной, этнологической и генетической структур популяции в условиях разведения.

Пространственная структура популяций насекомых позволяет

им максимально ослабить конкуренцию между особями при обеспечении необходимого контакта между ними. Она поддерживается благодаря пространственному разобщению, с одной стороны, и поддержанию информационных и функциональных контактов, с другой.

В техноценозе пространственная структура популяции претерпевает существенные изменения, так как нарушаются возможности пространственной изоляции в связи с повышением плотности посадки особей, а также возникает дискомфортная ситуация в сфере информационных и функциональных контактов. В результате, если пластичность популяции достаточно высока, устанавливается, благодаря адаптивным механизмам, некоторое приемлемое равновесие, обеспечивающее существование популяции.

Как следствие изменений условий содержания и пространственной структуры происходят изменения в этологической структуре культуры. Этологическая структура служит основой лабильных авторегуляционных механизмов, обеспечивающих гомеостаз популяции. В связи с изменениями структуры изменяется и характер информационных и функциональных контактов между особями, происходит изменение гормональной деятельности, выделение сигнальных веществ, что, в свою очередь, обуславливает изменение поведения и синхронизации деятельности особей.

Задача экспериментатора контролировать, также, не происходят ли существенные изменения в пространственной и этологической структурах культуры при переходе от лабораторного к массовому разведению, и как эти изменения могут отразиться на качестве биоматериала в свете реализации программы разведения, о чем сказано ниже.

Существенное место в оценке этологической структуры культур насекомых должно отводиться в будущем адаптивному поведе-

нию и методам его оценки. В первую очередь, представляет интерес реакция культуры на действие экологических факторов среды, что особо важно для программ, ставящих целью выпуск разводимых насекомых в природу (Чернышев, 1984).

Факт перестройки структуры популяции под влиянием экологических факторов среды вполне закономерное явление. Изучение полиморфных популяций показало, что сезонные изменения условий существования действительно связаны с изменением направления отбора.

Генетическая гетерогенность популяции схватывает любые признаки организма, в том числе и такие как плодовитость, скорость роста и созревания, использование различных питательных веществ и другие, значение которых в жизни популяции в разные сезоны меняется, в связи с изменением направления отбора. Отбор неизбежно вызывает изменение генетической структуры популяции, ибо оказываясь благоприятным для одного генотипа отбор в то же время элиминирует другие генотипы. Таким образом, каждая генерация насекомых становится специфичной не только физиологически, но и генетически. Изменение возрастной структуры популяции приводит, следовательно, к изменениям ее генетической структуры. Так зимой происходит сдвиг генетической структуры популяции в сторону "зимостойких" особей, которыми обычно оказываются успешные закончить развитие особи имаго или достигшие зимующей стадии личинки (т.е. отбор идет в сторону "стариков"), так как недостигшие зимующей стадии ("молодые") особи погибают, т.е. происходит отбор генотипа с ускоренным ростом и развитием, успевающих физиологически подготовиться к зимовке. Установлено, что более "зрелые" особи (например, личинки старших возрастов), устойчивее к инфекционным болезням, чем личинки младших возрастов.

Таким образом, по меткому выражению С. С. Шварца (1980): "Все факторы, изменяющие возрастную структуру популяций, автоматически приводят к изменению ее генетической структуры". Это открывает принципиальные возможности влияния на генетическую структуру популяций насекомых. При этом необходимо учитывать, что мощные факторы среды не могут вызывать направленных изменений в структуре популяции, так как возникшие изменения носят случайный характер.

Роль пространственной структуры популяции в приспособлении вида к лучшему использованию экологических ниш, а также как фактора микроэволюции вида, подробно обсуждалась в литературе (Lewontin, 1965; Шварц, 1980, и др.).

В связи с различным влиянием факторов среды как механизмов преобразования популяции в различных частях биотопов, занятых видом, по-разному протекает и изменение генетической структуры популяции, что обеспечивает сохранение ее генетической гетерогенности. Процесс стимулируется наличием микроэволюционных изменений и притока генов извне за счет миграции.

В условиях замкнутой биотехнической экосистемы такой характер изменений генетической структуры популяции нарушается.

Характер культуры насекомых во многом определяется правильностью выбора исходного материала для разведения и его объемом. Чем выше генетическая разнокачественность исходного материала, тем больше шансов, что культура будет соответствовать характеру природной популяции.

Изменение генетической структуры популяции связано со снижением гетерогенности культуры, в связи с разной адаптивностью отдельных генотипов в исходном материале и ослаблением роли стабилизирующего отбора, а также отсутствием притока генов извне.

Изменение условий существования непременно ведет к изменению соотношения генотипов в популяции за счет возникших преимуществ для одного из генотипов, условия существования для которого оказались более благоприятными (Майр, 1974; Злотин, 1981, 1989).

В связи с ограниченным объемом культуры насекомых перестает действовать закон Харди-Вайнберга (Дрефферс, 1981), что также способствует изменению соотношения генотипов в культуре по сравнению с исходной.

Отсюда - необходимость оптимизации генетической структуры культур насекомых.

В результате теоретического анализа состояния культур при разведении насекомых мы пришли к выводу, что главным условием их оптимизации является использование приемов повышения жизнеспособности и продуктивности насекомых, приуроченных ко всем стадиям их развития и на всех этапах разведения, с учетом изменений генетической структуры культур.

В настоящее время, в зависимости от решения тех или иных конкретных задач на разных этапах разведения, по нашему мнению следует выделить шесть самостоятельных этапов создания культур насекомых.

1. Выбор исходного биоматериала, отвечающего требованиям программы разведения.

На этом этапе дается всесторонняя эколого-генетическая оценка популяции насекомых и степени ил. пригодности в качестве исходного материала для закладки культуры и решение вопросов программы разведения.

2. Введение биоматериала в техноценоз и создание исходной популяции (основателей).

Решаются вопросы освобождения от хищников, паразитов, па-

тогенов, сопутствующих видов и т. п., совместимости различных популяции в техноценозе, синхронизации циклов развития для гетерогенных популяций, оценка возможности адаптации к техноценозу и т. п.

3. Оптимизация культивирования по основным параметрам содержания, типизация и стандартизация культур. На этом этапе, в связи с необходимостью завершения адаптации насекомых к условиям техноценоза, основное внимание уделяется выбору пищевого субстрата; обеспечивающего физиологические потребности насекомых, созданию оптимальных условий круглогодичного содержания насекомых: проводят закладку культур определенного типа и добиваются стандартизации культуры по основным биологическим и этологическим признакам. Достижение стандартов свидетельствует о полной адаптации культуры к условиям техноценоза. Стандартизация устанавливается отдельно для этапов лабораторного разведения и массового, так как на последнем этапе вступают в силу требования рентабельности культуры и решаются иные задачи, чем при лабораторном разведении.

4. Придание культуре заданных, стабильно наследуемых свойств.

К приданию культуре заданных свойств можно приступить лишь после ее типизации и стандартизации. Основным здесь является селекционно-генетический метод оптимизации культуры в нужном направлении - селекция. Необходимость этого этапа должна быть обоснована.

5. Закладка племенной (маточной) культуры для длительного воспроизводства насекомых с заданными свойствами.

Определяются методы поддержания культуры (система племенной работы, позволяющая сохранять заданные свойства культуры, приемы оптимизации материала, методы подготовки материала при

необходимости перехода к массовому разведению, использование гибридного потомства F и др.) . Перечень приемов оптимизации культур нами сформулирован ранее (Злотин, 1981).

6. Создание и массовое производство культур насекомых с заданными свойствами и приемлемой себестоимостью производимого биоматериала.

Если программа разведения предусматривает массовое производство насекомых, прежде всего, должны быть решены технологические вопросы производства: механизация процессов массового получения яиц, копления и ухода за личинками, сбор куколок, сбор и спаривание имаго и другие вопросы, включая обеспечение пищей и её раздачу, оптимальных условий содержания и профилактики заболеваний, методы контроля качества массового материала.

На этом этапе существенное значение приобретает поиск методов оптимизации ведения культуры с использованием моделирования на ЭВМ под заданный уровень продукции с использованием эволюционного планирования.

Высокое качество культур насекомых немислимо без осуществления методов контроля их качества.

Контроль качества промышленных культур насекомых - важнейшее условие, обеспечивающее сохранение ими заданных свойств в процессе производства. Он включает проверку соответствия выращиваемых насекомых требованиям действующего стандарта на данный тип культуры, а также специальный контроль физиолого-генетического и этологического состояния культуры насекомых, как взаимосвязанные элементы, ибо изменение условий содержания при переходе от лабораторного к массовому разведению ведет к изменениям в пространственной структуре культуры, что в свою очередь обуславливает изменения в этологической структуре. При

оценке этологической структуры культур особое внимание следует уделять методам контроля адаптивного поведения насекомых (Чернышев, 1984; Шидов, 1985).

Способы контроля генетической структуры популяции включают как простейшие методы, такие как контроль по фенотипическим признакам, обусловленным генотипом, так и более сложные - гибридологический анализ популяции, позволяющий точно определить соотношение генотипов в культуре, а также анализ по электрофоретическим спектрам белков (Ковалев, Швелева, 1966; Филиппович и др. 1976).

Контроль качества производимых насекомых необходимо осуществлять на всех стадиях производства, что гарантирует его успех.

Методы контроля качества культур насекомых в настоящее время довольно широко используется в таких областях технической энтомологии как шелководство и пчеловодство.

Список литературы

- Дрефферс Дж. Введение в системный анализ. Применение в экологии//М: Мир, 1981. -262 с.
- Злотин А.З. Теоретическое обоснование массового разведения насекомых//Энтомол. обозрение. -1981. -Т.60, вып.3, -С.494-510.
- Злотин А.З. Техническая энтомология//К: Наукова думка, 1989. -183 с.
- Ковалев П.А., Швелева А.А. Гренаж и селекция тутового шелкопряда//Ташкент: Учпедгиз УзССР, 1966. -191 с.
- Мэйр Э. Популяция, вид и эволюция//М: Мир, 1974. -460 с.
- Филиппович Ю.Б., Севастьянова Г.А., Видуха С.Д. и др. Структурное состояние ДНК как тест для прогнозирования гетерозиготности у тутового шелкопряда//Шелк. -1976. -№3. -С. 15-16.
- Чернышев В.В. Суточные ритмы активности насекомых//М: Изд.

Моск. ун-та, 1984. -216 с.

Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции//М.: Наука, 1980. -277 с.

Шиллов И. А. Физиологическая экология животных//М.: Высш. школа, 1985. -328 с.

Lewontin C. Selection in a population: Ideas in Modern Biology//New York: Acad. Press, 1965. -P. 43-69.

Харьковский государственный

педагогический институт

имени Г. С. Сковороды

A. Z. ZLOTIN

A THEORETIC FOUNDATION OF THE MASS REARING OF INSECTS

Kharkov State Pedagogical Institut

S u m m a r y

Theoretical fundamentals of development and management of insect cultures in the process of cultivation and exposure of mechanisms of the changes mentioned. Therefore solution of problems of technical entomology necessitates deep knowledge of biology and ecology, physiology, genetics and insect ethology and of such relative subjects as ecological physiology, physiological ecology, ecological and population genetics.