

МОСКОВСКАЯ ОРДЕНА ЛЕНИНА
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ имени К. А. ТИМИРЯЗЕВА

На правах рукописи

Луай Хафез АСЛАН

УДК 632.937.32

**ОПТИМИЗАЦИЯ СЕЛЕКЦИОННОГО
ПРОЦЕССА УЛУЧШЕНИЯ КУЛЬТУР
ЭНТОМОФАГОВ ПО МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИМ
ПАРАМЕТРАМ НА ПРИМЕРЕ ХИЩНИКА
МУЧНИСТЫХ ЧЕРВЕЦОВ
NERHUS REUNIONI FURSCH.
(COLEOPTERA; COCCINELLIDAE)**

Специальность 06.01.11 — защита растений
от вредителей и болезней

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

МОСКВА 1990

Работа выполнена на кафедре энтомологии Московской ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Научный руководитель — доктор биологических наук, профессор **Ю. А. Захваткин**.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор **В. Б. Чернышев**; кандидат биологических наук **А. Д. Орлиский**.

Ведущее предприятие — Университет Дружбы Народов имени Патриса Лумумбы, кафедра защиты растений.

Защита диссертации состоится «*30*» *августа* 1990 г. в «*16*» час. «*00*» мин. на заседании специализированного совета К-120.35.03 в Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева.

Адрес: 127550, Москва, ул. Тимирязевская, 47. Ученый совет ТСХА.

С диссертацией можно ознакомиться в ЦНБ ТСХА.

Автореферат разослан «*3*» *августа* . . . 1990 г.

Ученый секретарь
специализированного совета —
доцент



Н. К. Торянская

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

I.I. Актуальность темы. Среди наиболее опасных вредителей citrusовых культур выделяется группа мучнистых червецов, борьба с которыми обычными химическими средствами малоэффективна. Немногие примеры успешной интродукции специализированных энтомофагов червецов ориентируют защиту citrusовых культур на биологические методы, которые особенно перспективны для тех районов и территорий, которые не подлежат загрязнению пестицидами с экологических и санитарно-гигиенических позиций (водоохранные и курортные зоны и т.п.). Однако, имеющийся набор энтомофагов еще не гарантирует успешной защиты citrusовых плантаций от некоторых видов червецов, либо в силу их узкой пищевой специализации, либо ограниченной экологической валентности. В частности, широко применяемый энтомофаг Крптолемус малоэффективен в аридных зонах из-за пониженной влажности воздуха.

В последнее время интерес специалистов привлек новый и, по-видимому, перспективный энтомофаг мучнистых червецов – кокциnellида *Nerhus geminiani* Fursch., интродуцированный из Франции (станция зоологии, Антиба). Показана возможность зимовки данного вида в районе г. Батуми, однако, работы по акклиматизации *Нефуса* еще не завершены и требуют развития. По свидетельству французских энтомологов (Milaire, 1983) эффективность *Нефуса* превосходит эффективность *Крптолемуса*. Определенные перспективы интродукции и акклиматизации данного энтомофага вполне реальны для ряда районов citrusоводства в Сирии, климат которой соответствует его экологическим требованиям. Вместе с тем существует возможность адаптации и совершенствования качеств данного энтомофа-

га посредством селекции. Учитывая данные обстоятельства, мы решили, освоив методы лабораторного размножения популяции Нефуса, исследовать именно те аспекты его биологии, которые обеспечивают возможность его использования как энтомофага, а также провести селекцию по хозяйственно важным свойствам. В этом отношении мы следовали отдельным положениям, опубликованным на русском языке А.Д.Орлинским (1985) и П.В.Атанасовой (1985), интересные данные которых требуют воспроизведения, конкретизации и дальнейшего развития. К сожалению, работами этих авторов ограничивается список литературы по Нефусу на русском языке. Немногим более источников опубликовано за рубежом.

1.2. Цель и задачи исследования. Для решения данных проблем мы поставили перед собой следующие конкретные задачи:

1. Освоения материалов по биологическому метода защиты, их анализ и определение перспективности использования энтомофага Нефуса для защиты цитрусовых плантаций в аридных зонах цитрусоводства в Сирии.

2. Освоения методов культивирования энтомофага Нефуса в лабораторных условиях, исследования его свойств и стабилизации маточной культуры энтомофага.

3. Освоения теоретических основ селекции насекомых, практических приемов оптимизации культур энтомофагов посредством селекционно-генетических методов.

4. Обоснования метода индексного отбора и доведение его до уровня практического использования для оптимизации по хозяйственно-ценным свойствам маточной и производственной культур энтомофага Нефуса.

1.3. Научная новизна и практическая ценность полученных результатов. Продемонстрирован комплексный подход к анализу сос-

стояния лабораторных культур энтомофагов и оценке их адаптированности к условиям разведения по важнейшим биологическим (плодовитость, продуктивность, выживаемость и др.) и морфологическим параметрам. Впервые проведен искусственный отбор по размерам тела с последующим подробным анализом биологических признаков культуры Нефуса. При этом оказалось, что помимо размеров тела существенно возросли плодовитость и продуктивность. Доказана высокая эффективность отбора по селекционному индексу, затрагивающему комплекс хозяйственно важных признаков (плодовитость, продуктивность, прожорливость имаго и личинок и др.), для создания маточной культуры энтомофага с заданными свойствами. Разработан метод смены типов искусственного отбора с целью создания и поддержания маточных и производственных культур энтомофагов с резко усиленной выраженностью их важнейших параметров. Таким образом, для создания культур со стабильно воспроизводящимися морфобиологическими признаками, резко повышающими биологическую эффективность энтомофагов, необходимо придерживаться стратегии сочетания двух типов искусственного отбора: на первом этапе - отбор по селекционному индексу, позволяющий создать генетический базис и приводящий к увеличению интересующих нас признаков, тогда как на втором этапе - его замещение морфологическим отбором стабилизирующим отселектированные признаки на достигнутом уровне.

Данная стратегия искусственного отбора оказалась эффективной при селекции лабораторной культуры Нефуса, что позволяет ее рекомендовать для практического использования с целью повышения эффективности производственных культур энтомофагов. Разработанный метод селекционного улучшения культур энтомофагов на примере Нефуса носит универсальный характер и может широко применяться для создания культур насекомых с заданными свойствами.

I.4. Апробация работы. Результаты исследований доложены на научных конференциях ТСХА (Москва, 1988, 1989), на совместном заседании кафедр энтомологии, фитопатологии и лаборатории защиты растений ТСХА (Москва, 1989). Основные положения диссертации изложены в 2-х печатных работах.

I.5. Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 149 страницах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, выводов, рекомендаций производству и приложений. Список цитированной литературы включает 145 источников, из них 73 на иностранных языках. Работа содержит 13 таблиц, 8 рисунков

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исходное разведение Нефуса проводилось по методике, разработанной для Криптолемуса (Smith, Armitage, 1931; Whitcomb, 1963) в три этапа: получение проростков картофеля в затемненном помещении (20-25°C, относительная влажность воздуха 50-60%); заселение проростков виноградным мучнистым червецом (28-30°C, относительная влажность воздуха 40-60%, 16-часовой фотопериод); разведение на размножившихся жертвах энтомофага (29-30°C, относительная влажность воздуха 50-55%, 16-часовой фотопериод). Полученная таким образом маточная культура энтомофага содержалась в 5 отдельных литровых банках, в каждую из которых на 6-8 заселенных червцами клубней выпускалось по 10 пар жуков. В экспериментальных культурах в качестве одной повторности использовалась одна 200-граммовая банка с 3 заселенными червцами клубнями, на которые выпускалась одна пара жуков из маточной культуры. Их потомство служило материалом исследования. Всего за время работы было использовано около 40000 особей энтомофага.

Для изучения стабильности воспроизводства свойств популяций

в маточной и экспериментальных культурах были выделены линии, берущие начало от одной пары жуков; в каждой линии на протяжении 8 последовательных поколений проводились соответствующие наблюдения и эксперименты. Образование родительских пар для каждого поколения проводилось случайным образом, не допускающим возможности скрещивания особей из одной повторности (банки), т.е. на основе инбридинг-барьера. В одной из линий искусственный отбор не проводился — она служила контролем для экспериментальных линий, в которых осуществлялись различные схемы отбора. Первое (P_0) и второе (P_0^I) поколения разводились в 30 повторностях (банках) каждое; с 3 по 8 поколения размножение велось в 16 повторностях (банках). В первом (P_0), втором (P_0^I), пятом (F_3) и восьмом (F_6) поколениях проводили оценку всех морфобиологических параметров популяций.

Для изучения морфологических и биологических характеристик популяций Нефуса (размеров особей, плодовитости, прожорливости личинок II возраста и имаго, длительности развития фаз, продуктивности, соотношения полов, цикла развития в целом) были проведены соответствующие серии экспериментов. Для маточной культуры энтомофага была оценена средняя длительность генерации ($33,2 \pm 2,12$ дня), однако, необходимость синхронизации поколений в экспериментах потребовала около 45 дней для каждого. Посредством разного рода методов, описанных в диссертации, снимались отдельные параметры популяций, для определения стабильности их воспроизводства в поколениях и эффективности, проводимого по разным схемам отбора.

Для определения эффективности комплексного искусственного отбора по нескольким полигенным признакам и возможности достижения сходных результатов косвенным образом, при отборе по одному

полигенному признаку, коррелятивно связанному с интересующими нас свойствами, все предложенные для анализа схемы отбора, включая контроль, были объединены в 5 вариантов. Для их формирования использовалось второе родительское поколение (P_0^I), стабилизированное в отношении условий лабораторного культивирования.

I вариант (контроль) включал 16 повторностей с подбираемыми случайным образом родительскими парами для каждого поколения. Для оценки воспроизводимости свойств в поколениях данный вариант был разделен на две независимые группы по 8 повторностей в каждой и для обеих групп по отдельности проводились расчеты интересующих нас параметров.

II вариант (морфологический отбор), образованный 16 повторностями (также разделяемые на две группы для оценки воспроизводимости свойств в поколениях), служил для отбора по одному признаку — размерам тела жуков. Из каждой повторности и поколения отбиралось по 8 самцов и самок, имеющих максимальное выражение признака, используемых для формирования следующего поколения.

III вариант (индексный отбор) представлял собой линию энтомофага, подвергаемую отбору по комплексу, связанных в селекционный индекс (I) признаков. Значение индекса, рассчитанное ранее П.В.Атанасовой (1985), $I = X_1 + 38 X_2 + 5,5 X_3$, где X_1 — плодовитость, X_2 — прожорливость личинок II возраста, X_3 — продолжительность развития), рассчитывалось для каждой из 16 повторностей, разделяемой на две группы для оценки воспроизводимости свойств. В данном варианте был проведен отбор на максимальное значение индекса в 6 поколениях.

IV вариант (морфо-индексный отбор) отличался тем, что до 3 поколения потомков отбор проводился по максимальному значению селекционного индекса (как в III варианте), а затем на основе 4-го

поколения проводился существенно менее трудоемкий отбор по размерам тела имаго (как во II варианте). Для оценки воспроизводимости результатов 16 повторностей варианта были также разделены на две группы по 8 повторностей в каждой.

У вариант (отбор по прожорливости имаго) проводился в плане отбора по одному полигенному признаку – по прожорливости имаго, с соблюдением всех тех условий, которые были описаны ранее для каждого варианта эксперимента.

Результаты проведенных экспериментов были подвергнуты статистическому анализу (Готов и др., 1982; Фолькнер, 1985) и соответствующим образом оценены.

3. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

3.1. Морфологическая и биологическая характеристика культуры Нефуса

Для изучения стабильности воспроизводства морфо-биологических признаков в маточной культуре энтомофага мы провели комплексное исследование лабораторной линии на протяжении 8 последовательных поколений. Полученные при этом данные представлены в таблице I. Плодовитость, определяемая как среднее число личинок I возраста на I самку, слабо варьирует (34,9–39,1), особенно после стабилизации культуры во втором поколении (38,3–39,1). Отмеченные различия недостоверны. Прожорливость личинок энтомофага колеблется в ограниченных пределах (1,69–1,72 личинки червеца в сутки), прожорливость имаго (самцов и самок) варьирует сильнее (соответственно 3,98–4,03 и 4,09–4,18), не достигая однако статистически существенных отличий по поколениям. Продолжительность развития оказывается практически стабильной для всех

8 поколений (20,15-20,26 суток), также как и продуктивность, выраженная средним числом особей, достигших состояния имаго (29,2-31,6). Различия в выживаемости (78,8-85,4%), соотношении полов, размеров тела имаго и значений селекционного индекса (210,9-215,0) также оказываются недостоверными. Отсутствие сколь-нибудь существенных различий между значениями интересующих нас параметров в ряду поколений свидетельствует о высокой стабильности культуры и, следовательно, о ее высокой приспособленности к искусственным условиям лабораторного культивирования. Таким образом, мы приходим к вполне обоснованному мнению об оптимальности избранных условий содержания культуры и возможности корректного проведения экспериментов. Вместе с тем, относительно невысокая плодовитость и прожорливость Нефуса наводят на мысль о необходимости улучшения этих свойств посредством селекционно-генетических методов, что могло бы существенно повысить биологическую эффективность энтомофага в регуляции численности мучнистых червецов.

3.2. Оптимизация селекционного процесса улучшения энтомофага Нефуса по комплексу морфо-биологических признаков, имеющих важное хозяйственное значение

3.2.1. Морфологический отбор. Проводя отбор на увеличение размеров тела жуков мы руководствовались следующими соображениями: во-первых, увеличение размеров могло бы косвенным образом привести к изменению иных свойств культуры, в частности, плодовитости и прожорливости энтомофагов; во-вторых, такого рода отбор, проведенный достаточно жестко, в силу сокращения изменчивости размеров тела мог бы стать сравнительно простым и универсальным средством стабилизации признаков, отселектированных при

индексном отборе. Проводимый в течении 6 поколений морфологический отбор привел к существенному увеличению размеров тела имаго (с 1,93 мм до 2,07 и 2,13 мм у самок 3 и 6 поколений и с 1,70 мм до 1,76 и 1,78 мм соответственно у самцов) (табл.2). Следует отметить, что воспроизводимость результатов отбора как в 3, так и в 6 поколениях оказалась весьма высокой.

Кроме того, при увеличении размеров тела существенно повысилась плодовитость энтомофагов (с 38,3 до 47,8 в третьем и до 50,1 - в шестом поколениях) и продуктивность (с 31,6 до 38,0 и 39,0 в 3 и 6 поколениях соответственно). Правда, в отличие от плодовитости, продуктивность в 3 и 6 поколениях отбора различалась несущественно, что свидетельствует о стабилизации этого признака в 4-6 поколениях, а не о его росте. В отношении прожорливости личинок энтомофага отметим, что ее изменения в ходе отбора не были регулярными: некоторое возрастание прожорливости в 3 поколении сменилось ее сокращением в 6, впрочем статистически недостоверным. Вместе с тем, при отборе на увеличение размеров тела достоверно сокращалась длительность развития (с 20,16 до 20,04 в третьем и до 19,80 суток в шестом поколениях). Этот результат, по-видимому, связывается с отмеченной еще П.В.Атанасовой (1985) отрицательной корреляцией между плодовитостью и длительностью развития.

Таким образом, отбор на увеличение размеров тела с одной стороны косвенным образом влияет на плодовитость, продуктивность и длительность развития, причем значения двух первых признаков возрастают, а с другой стороны - оказывает стабилизирующее действие на прожорливость личинок и взрослых особей. Следовательно морфологический отбор может быть использован в сочетании с другими типами отбора для стабилизации достигнутых уровней призна-

Таблица № 2

Сравнение эффективности разных вариантов после 6 поколения искусственного отбора у нефуса (ТСХА, 1987-1989 гг.)

Признаки	Вариант отбора				
	контроль	морфологи- ческий	индексный	морфо- индексный	по прожорливости имаго; проводили до 3 поколения
Плодовитость	39,1 \pm 1,88 а	50,1 \pm 3,51 в	52,5 \pm 3,56 в	54,8 \pm 3,44 в	38,5 \pm 0,95 а
Прожорливость личинки (LII), чер/сут	1,69 \pm 0,028 а	1,65 \pm 0,029 а	2,03 \pm 0,047 в	1,98 \pm 0,027 в	2,00 \pm 0,009 в
Продолжитель- ность развития	20,15 \pm 0,057 в	19,80 \pm 0,073 а	20,61 \pm 0,095 с	20,31 \pm 0,085 в	20,00 \pm 0,043 ав
Индекс (I)	213,9 \pm 2,03 а	221,6 \pm 3,57 а	243,1 \pm 2,93 с	241,6 \pm 3,17 с	224,6 \pm 0,81 в
Продуктивность	29,2 \pm 1,64 а	39,0 \pm 2,32 в	40,3 \pm 2,55 в	41,0 \pm 2,14 в	30,7 \pm 1,08 а
Прожорливость самок ♀♀, чер/сут	4,09 \pm 0,073 а	4,11 \pm 0,074 а	5,01 \pm 0,090 в	4,80 \pm 0,091 в	4,95 \pm 0,054 в
Прожорливость самцов ♂♂, чер/сут	3,98 \pm 0,076 а	4,02 \pm 0,080 а	4,86 \pm 0,089 в	4,69 \pm 0,091 в	4,90 \pm 0,065 в
Размер самок ♀♀, мм	1,95 \pm 0,010 а	2,13 \pm 0,018 с	1,95 \pm 0,009 а	2,04 \pm 0,014 в	1,95 \pm 0,008 а
Размер самцов ♂♂, мм	1,71 \pm 0,008 а	1,78 \pm 0,009 в	1,72 \pm 0,008 а	1,76 \pm 0,006 в	1,73 \pm 0,006 а

ков.

3.2.2. Отбор по селекционному индексу (индексный отбор).

Проведение отбора по комплексу, связанных в селекционный индекс признаков, учитывает размах их изменчивости, фенотипические и генетические корреляции между ними, наследуемость, а также генетическую структуру вида, то есть является в настоящее время наилучшей стратегией селекции по ряду избранных свойств. Полученные результаты в сопоставлении с результатами других типов отбора представлены в таблице 2. Отметим, что плодовитость Нефуса возросла с 38,3 до 44,9 и 52,5 в 3 и 6 поколениях отбора и при этом существенно достоверные изменения ($P < 0,001$) надежно воспроизводятся в поколениях. Сходные результаты были получены в отношении прожорливости личинок II возраста, возросшей с 1,71 до 2,03 ($P < 0,0005$), однако, в отличие от плодовитости, равномерно нарастающей в ряду поколений, прожорливость личинок, слабо изменившаяся к 3 поколению (1,78), резко увеличилась к 6. Отрицательно скоррелированная с плодовитостью длительность развития, в ходе индексного отбора достоверно ($P < 0,001$) возросла с 20,16 суток до 20,32 (к 3 поколению) и 20,61 суток (к 6 поколению) и этот сдвиг, надежно воспроизводимый в поколениях, объясняется тем, что и плодовитость и длительность развития были включены в состав селекционного индекса. Значения последнего неуклонно нарастали в ходе отбора. Сходным образом возрастала продуктивность (с 31,6 до 36,3 в 3 и 40,3 - в 6 поколениях). Кроме того, при индексном отборе возросла прожорливость имаго, особенно в 4-6 поколениях (у самцов с 4,03 до 4,38 и 4,86, а у самок - с 4,18 до 4,40 и 5,01 в 3 и 6 поколениях соответственно). Очевидно, это объясняется наличием положительной корреляции между прожорливостью личинок и имаго, поскольку сама по себе прожорли-

вость имаго не была объектом прямого отбора, как слагаемое индекса. Между тем размеры тела жуков оставались на уровне контрольного поколения, свидетельствуя о стабилизации данного признака.

Таким образом, индексный отбор, оказывающий положительное влияние на комплекс признаков, можно рекомендовать на начальных этапах формирования маточной культуры в тех случаях, когда преследуются цели существенного повышения биологических параметров, предопределяющих эффективность применения энтомофагов.

3.2.3. Морфо-индексный отбор. Разработка данной схемы отбора определялась необходимостью сравнительно быстрого улучшения свойств энтомофага, обеспечивающих его биологическую эффективность, и стабилизацией воспроизводства отселектированных признаков в маточной и производственной культурах. В соответствии с этим на первом этапе мы проводили отбор по селекционному индексу (I-3 поколения), который затем (4-6 поколения) замещался морфологическим отбором на увеличение размеров и стабилизацию жуков. В результате индексного отбора был получен существенный сдвиг всех интересующих нас морфо-биологических параметров, однако, характер изменения отдельных признаков на первом и на втором этапах отбора был существенно различным. Так, плодовитость Нефуса возрастала как в ходе индексного отбора (до 44,9), так и в ходе морфологического отбора (до 54,8). Сходные данные были получены и в отношении продуктивности, достигающей на первом этапе 36,3, а на втором - 41,0. Таким образом, оба признака нарастали в течении всех 6 поколений. Напротив, продолжительность развития, существенно увеличенная в ходе индексного отбора (с 20,16 до 20,32 суток), впоследствии стабилизировалась на достигнутом уровне (20,31 суток). Существенные сдвиги на обоих этапах произошли

в отношении прожорливости личинок (до I,78 и до I,98) и прожорливости имаго (у самок до 4,40 и 4,80; у самцов до 4,38 и 4,69). Эти малопонятные изменения (сам по себе морфологический отбор не приводит к повышению прожорливости личинок и имаго), по-видимому, связаны с изменением свойств энтомофага в ходе индексного отбора, в частности, его генетической структуры. Таким образом, проводимый в I-3 поколениях индексный отбор обладает некоторым последствием в 4-6 поколениях.

Что же касается размеров тела жуков, то на втором этапе, при морфологическом отборе, они существенно увеличились.

Таким образом, морфо-индексный отбор ведет к увеличению большинства морфо-биологических признаков в культуре Нефуса, прежде всего тех, которые были включены в состав селекционного индекса и коррелятивно связанных с ними. Вместе с тем он способствовал стабильному выражению отселектированных свойств в последующих поколениях. Следовательно, для поддержания основных хозяйственно ценных биологических параметров культуры Нефуса целесообразно рекомендовать смену разных типов отбора. При этом, учитывая относительную легкость проведения морфологического отбора на большом материале, его следует использовать для стабилизации достигнутых при индексном отборе результатов, как в маточной, так и в производственной культурах энтомофагов.

3.2.4. Отбор по прожорливости имаго. Повышение прожорливости энтомофага, способствуя повышению эффективности биологической защиты растений, позволяет сократить нормы их выпуска при использовании методом сезонной колонизации. Результаты отбора, проводимого в трех поколениях (табл.2), свидетельствуют о его результативности: прожорливость самок возросла с 4,18 до 4,95, а самцов - с 4,03 до 4,90 ($P < 0,0005$). Вместе с тем су-

щественно повысилась и прожорливость личинок II возраста (с 1,71 до 2,00; $P < 0,0005$). Очевидно, что оба признака коррелируют между собой, что, кстати, находит подтверждение и при индексном отборе, при котором в состав селекционного индекса включена прожорливость личинок, а сам отбор приводит и к повышению прожорливости имаго. В отношении иных морфо-биологических параметров Нефуса, сколько-нибудь существенных сдвигов не было отмечено.

Таким образом, при необходимости увеличения прожорливости энтомофага нет необходимости проводить комплексный и весьма трудоемкий отбор по селекционному индексу, и можно ограничиться прямым отбором по прожорливости имаго. Кроме того, такого рода отбор можно проводить и после индексного отбора, ведущего к увеличению иных хозяйственно ценных признаков.

3.3. Сравнительная характеристика разных типов искусственного отбора

3.3.1. Выживаемость Нефуса при разных типах отбора. Выживаемость, как показатель состояния культуры и отдельных ее линий, подвергавшихся разным типам искусственного отбора, варьировала от 76,3 до 80,8%, то есть достоверно не отличалась от выживаемости контрольных поколений (78,8-81,6%, $P > 0,05$). Очевидно, что выбранные нами схемы и методики отбора не приводили к сокращению приспособленности отбираемых линий и не влияли на общую адаптированность культуры Нефуса.

3.3.2. Сравнение эффективности разных типов искусственного отбора. Сопоставление значений признаков, подвергавшихся различным типам отбора, приводит к следующим мнениям. Плодовитость Нефуса при индексном, морфологическом и морфо-индексном отборе, достигая соответствующих значений в 52,5, 50,1 и 54,8, существенно

отличается от контроля (39,1) и от результатов отбора по прожорливости имаго (38,5). В отношении прожорливости личинок II возраста существенные сдвиги по сравнению с контролем (1,69) отмечались лишь при индексном и морфо-индексном отборе (2,03 и 1,98), поскольку данный признак входил в состав селекционного индекса, а также при отборе по прожорливости имаго (2,00), с которой имеет положительную корреляцию. В двух первых вариантах эффект достигался за 6 поколений отбора, в последнем — за 3 поколения. Отметим также, что морфологический отбор не повлиял на прожорливость личинок имаго. Особенно велик размах изменчивости был в сроках развития. Достоверный положительный сдвиг значений этого признака отмечался лишь при индексном отборе, тогда как при морфологическом отборе и при отборе по прожорливости имаго отмечалась тенденция к сокращению этого параметра в сравнении с контролем.

Изменения размеров тела в сопоставлении с контролем регистрировались только в том случае, когда этот признак включался в схему отбора; во всех остальных вариантах он имел стабильное проявление.

Помимо данных признаков был проведен анализ изменений продуктивности, связанной с плодовитостью имаго и жизнеспособностью особей на преимагинальных фазах развития. Во всех вариантах, кроме отбора по прожорливости имаго, его значения существенно возрастали. Примечательно, что индексный отбор ведет к увеличению значений всех трех, включенных в индекс параметров, несмотря на то, что между плодовитостью и длительностью развития существует отрицательная корреляция.

Более наглядно сопоставление разных типов отбора прослеживается по реальным сдвигам (ответам на отбор) значений признаков.

При отборе по одному из них (размерам тела, прожорливости имаго) прежде всего отмечаются сдвиги именно этих признаков; другие же либо не меняются вообще, либо меняются те из них, в отношении которых предполагается наличие положительной косвенной связи. При морфологическом отборе такого рода изменения отмечаются в плодовитости и связанной с ней продуктивности, при отборе по прожорливости имаго меняется прожорливость личинок. При комплексном отборе по группам признаков (индексный и морфо-индексный отбор) регистрируются иные отношения. Здесь мы отмечаем существенные сдвиги по всем биологическим параметрам и максимальные значения ответа на отбор (табл.3). Иными словами, эти данные еще раз подтверждают мнение о том, что отбор по селекционному индексу, учитывающему генетическую структуру вида, обеспечивает оптимальный, максимально возможный эффект, обеспечивающий повышение эффективности энтомофага и устойчивое поддержание свойств маточной культуры.

Для комплексной оценки различных типов искусственного отбора уместно воспользоваться показателем эффективности отбора по признакам, входящим в состав индекса (табл.3). Данный показатель рассчитывался по формуле: $Y = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$, где X_1 - плодовитость, X_2 - прожорливость личинок II возраста, X_3 - продолжительность развития. Очевидно, что значения данного показателя эффективности в контроле вполне стабильны ($P > 0,05$), тогда как при разных типах отбора его значения существенно ($P < 0,0005$) отличаются от контроля. При этом отбор по комплексу признаков (индексный и морфо-индексный) имел существенное преимущество в сравнении с отбором по одному признаку (показатель эффективности равен 2169,0; 2187,1 и 1632,3 соответственно). Одновременно и уровень эффективности индексного и морфо-индексного отбора (65 и

Таблица 3

Изменения показателя эффективности ($Y = X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$) различных типов отбора по признакам: плодовитость (X_1), прожорливость (X_2) и продолжительность развития (X_3) у Нефуса (ТСХА, 1987-1989 гг.)

Покоче- ние	Вариант отбора				
	контроль	морфологи- ческий	индексный	морфо- индексный	по прожорли- вости имаго
0	1314,7 ±42,15	1314,7 ±42,15	1314,7 ±42,15	1314,7 ±42,15	1314,7 ±42,15
3	1333,0 ±30,68	1674,6 ±70,78	1626,8 ±42,27	1626,8 ±42,27	1536,0 ±32,95
6	1332,8 ±73,42	1632,3 ±116,45	2169,0 ±127,97	2187,1 ±130,67	-
Ответ на отбор, %	-	19,5	65,0	66,4	16,8
P	> 0,05	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005

66,4% соответственно) существенно превосходит уровень эффектив-ности морфологического отбора (19,5%) и отбора по прожорливости имаго (16,8%). Иными словами, при отборе по комплексу признаков в течении 6 поколений удается повысить эффективность культуры Нефуса по основным параметрам (прожорливости личинок, плодови-тости и длительности развития) более чем на 65%. Из этих сопос-тавлений следует, что включение в схему отбора индексного отбора обеспечивает его максимальную результативность.

ВЫВОДЫ

I. Культура энтомофага *Nephus tenuipennis* стабильно воспроиз-водит в ряду поколений важнейшие морфо-биологические параметры.

имеющие важное хозяйственное значение. Изменчивость признаков плодовитости, прожорливости личинок и имаго, продолжительности развития, продуктивности, выживаемости, размера тела жуков и соотношения полов в течении 8 последовательных поколений находилась в пределах статистически несущественных колебаний (во всех случаях $P > 0,05$).

2. Морфологический отбор (отбор на увеличение размеров тела жуков) в течении 6 поколений оказался эффективным и привел к существенному увеличению размеров тела жуков; при этом он косвенным образом был связан с повышением плодовитости и продуктивности в сравнении с контролем. Другие проанализированные параметры культуры Нефуса поддерживались на стабильном уровне.

3. Оптимизирующий комплексный отбор на основе селекционного индекса ($I = X_1 + 38 X_2 + 5,5 X_3$) по хозяйственно ценным признакам плодовитости (X_1), прожорливости личинок II возраста (X_2) и продолжительности развития (X_3) в течении 6 поколений продемонстрировал высокую эффективность в отношении этих признаков. Помимо этого, существенно повысилась продуктивность культуры и прожорливость имаго Нефуса, тогда как размеры тела жуков оставались на уровне контроля.

4. Морфо-индексный отбор, связанный со сменой разных типов отбора (в первых 3 поколениях - комплексный отбор на основе селекционного индекса, в трех последующих поколениях - отбор на увеличение размеров тела) продемонстрировал существенное увеличение всех морфо-биологических параметров (размеров тела, плодовитости, прожорливости личинок и имаго, продолжительности развития, продуктивности) по сравнению с контролем. Следует отметить, что первая фаза отбора (индексный отбор) сопровождалась существенным возрастанием всех морфо-биологических параметров, тогда

как вторая фаза (морфологический отбор) способствовала как росту этих параметров, так и их стабилизации на достигнутом в процессе селекции уровне.

5. Искусственный отбор на увеличение прожорливости имаго Нефуса, проведенный в течении 3 поколений, продемонстрировал высокую эффективность (прожорливость самок возросла с 4,18 до 4,95, а самцов - с 4,03 до 4,90 личинок червеца в сутки), при этом отмечалось и существенное увеличение прожорливости личинок.

6. Селекционное улучшение культур Нефуса на основе морфологического, индексного, морфо-индексного отбора и отбора на увеличение прожорливости имаго не влияет на выживаемость Нефуса на преимагинальных стадиях развития, на продолжительность жизни и соотношение полов, то есть не снижает общую адаптированность Нефуса к условиям культивирования.

7. Сравнительная оценка различных типов искусственного отбора по комплексному показателю эффективности отбора продемонстрировала статистически достоверное увеличение суммарно по трем важнейшим хозяйственным признакам (плодовитости, прожорливости личинок, продолжительности развития) во всех типах отбора. При этом максимальное значение этого показателя отмечалось при отборе по селекционному индексу и при морфо-индексном отборе (селекционный сдвиг составил в этих вариантах 65-66% по сравнению с контролем).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

I. При селекционном улучшении маточной культуры энтомофага *Nephus geinioni* по хозяйственно ценным признакам (плодовитости, прожорливости личинок и имаго, продолжительности развития и про-

дуктивности) следует проводить искусственный отбор на основе селекционного индекса: $I = X_1 + 38 X_2 + 5,5 X_3$, где X_1 - плодовитость, X_2 - прожорливость личинок II возраста, X_3 - продолжительность развития. После оптимизации культуры Нефуса в течении 3-6 поколений отбора по селекционному индексу, для ее стабилизации на достигнутом уровне, следует проводить замещение индексного отбора морфологическим отбором на увеличение размеров тела жуков. В силу относительной простоты и экономичности второго типа отбора его следует проводить на массовом материале. В дальнейшем, массовый морфологический отбор можно применять и в период создания и поддержания производственной культуры Нефуса для стабильного воспроизводства отселектированных хозяйственно важных признаков.

2. В тех случаях, когда требуется резкое усиление эффективности Нефуса в отношении его прожорливости, можно рекомендовать прямой отбор на увеличение прожорливости имаго, который приводит и к увеличению прожорливости личинок. В силу относительно небольшой трудоемкости проведения такого отбора он может охватывать значительные количества жуков, что позволяет получить массовый материал для размножения.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Аслан Л.Х., Соломатин В.М. Оценка стабильности биологических параметров культуры божьей коровки Нефуса // Известия ТСХА, 1990 (в печати).

2. Соломатин В.М., Аслан Л.Х. Оптимизация селекционного улучшения культуры божьей коровки Нефусе по комплексу морфо-биологических признаков // Известия ТСХА, 1990 (в печати).

Объем 1½ п. л.

Заказ 726.

Тираж 100

Типография Московской с.-х. академии им. К. А. Тимирязева
127550, Москва И-550, Тимирязевская ул., 44