

РЕЦЕНЗИИ

Lutte biologique contre les arthropodes hematophages. Pathologie des vecteurs. Montpellier, 29 septembre 2 octobre 1969. Annales de parasitologie humaine et comparée, v. 46, № 3-bis:1—290, 1971.

С середины 60-х годов во Франции в прибрежной зоне департаментов Лангедок — Руссильон ведутся работы по борьбе с кровососущими двукрылыми с целью улучшить использование этой территории для туризма. Для определения возможностей применения биологических методов борьбы по инициативе Комитета по биологической борьбе и Междуведомственной миссии по устройству литорали Лангедок—Руссильон в Университете Монпелье был созван коллоквиум с участием наиболее видных французских и иностранных специалистов. Опубликованные в 1971 г. Труды коллоквиума представляют большой интерес, так как в них в известной степени сконцентрирован мировой опыт трудности и перспективы применения биологических средств борьбы с кровососами.

Во вступительном докладе «Экология, основа и опора биологической борьбы» Э. Билиотти (глава отделения зоологии Французского Национального института агрономических исследований) подчеркнул, что успехи биологических методов борьбы за последние 20 лет стали возможны в результате обобщения результатов и улучшения исследований биоценологических комплексов; развития исследований механизмов межвидовых и внутривидовых отношений; разработки методов учета уровней численности популяций различных видов; попыток математического моделирования колебаний численности.

Однако развитие и применение биологических методов в борьбе с переносчиками, где пока преобладают в этом отношении генетические методы, значительно отстает по сравнению с сельскохозяйственной и лесной энтомологией. Нам пока известны только списки видов — микроорганизмов, паразитов и хищников, возможно, играющих роль в регуляции численности переносчиков, но не ясна роль каждого из этих видов. Большинство попыток применения биологических агентов производилось без анализа экологических регуляторных механизмов, и поэтому невозможно делать какие-либо общие заключения о перспективах.

В докладе «Экология членистоногих гематофагов. Трудности и перспективы» Ж. К. Риу и Ж. Муше (Лаборатория медицинской экологии и патологии паразитов, Медицинский факультет университета Монпелье), ссылаясь на результаты осуществления программы ВОЗ по искоренению малярии, констатируют, что накопленный опыт привел к пересмотру основных стратегических принципов борьбы — отказу от преимущественной борьбы с имагинальными фазами переносчиков с помощью хлорорганических инсектицидов и к необходимости разработки новых и особенно биологических, в самом широком смысле этого слова, методов борьбы. Однако для практической разработки таких методов прежде всего недостает точных экологических знаний. В частности, Комитет экспертов ВОЗ в 1967 г. в сводке по экологии комаров констатировал: «Когда пытаются оценить помощь в решении новых задач, которую можно ожидать от экологических исследований, немедленно упираются в обескураживающую бедность количественных данных, которыми мы обладаем».

Основные причины трудностей заключаются в недостатке общей экологической культуры как исследователей, так и практиков; быстрой специализации отделов экологии и необходимости сотрудничества специалистов разных профилей для успешной разработки вопросов экологии переносчиков; отсутствии единого методического подхода и уровня в накопленных данных по экологии кровососов и вытекающих больших трудностей их систематизации; абсолютной необходимости иметь количественные данные, особенно для практических целей, что требует тщательной отработки методов определения параметров как популяций, так и окружающей среды.

Авторы выделяют три уровня изучения экологии переносчиков.

1. Мезоэкологический (циклы развития, местная локализация и ареалы видов). Этот уровень достаточен для химической борьбы.

2. Структура и динамика численности популяций, от знания которых зависит, например, эффективность генетических методов борьбы.

3. Синэкологический (биоценологические связи и их влияние на существование вида). Знания на этом уровне требуются в частности для успешного применения микробиологических средств борьбы.

В заключении доклада перечислены новые методы и приборы, разработка которых необходима для развития экологии переносчиков: 1) новые биометрические критерии; 2) определение возрастных групп в популяциях; 3) лабораторные культуры переносчиков; 4) ловушки разных типов для количественных учетов; 5) таблицы выживаемости; 6) учеты плотности популяций выпуском и отловом маркированных особей; 7) регистрирующие устройства разного рода, особенно в связи с ловушками; 8) экологические индикаторы, в особенности фитоценологические.

В докладе Э. Бёзигера (Французский Национальный центр научных исследований) «Проблемы, связанные с генетической структурой природных популяций» перечислены прежде всего возможные способы генетической борьбы: массовый выпуск стерильных самцов; массовый выпуск самцов близкого вида, чтобы получить стерильные или маложизнеспособные межвидовые гибриды; стерилизация самцов и самок в естественных популяциях с помощью хемотрелянтов; массовый выпуск самцов, носителей летальных генов или хромосомных aberrаций; массовый выпуск самцов, носителей генов недостаточности, чтобы уменьшить жизнеспособность популяций; увеличение доли самцов в популяциях; использование цитоплазматической несовместимости.

Для реализации перечисленных методов необходимо решить два принципиальных вопроса.

1. Получить в достаточном количестве особей с заданным генотипом, что, хотя и требует глубоких знаний и большой работы, но менее сложно, чем второе условие.

2. Обеспечить конкурентоспособность (в самом широком смысле) выпускаемых особей по отношению к особям природной популяции, которую необходимо подавить. Многочисленные неудачи практического применения генетических методов связаны прежде всего с невыполнением именно этого условия. Возникающие трудности определяются в основном следующими причинами: природные популяции генетически полиморфны, чем обеспечивается состояние их гомеостаза в варьирующих условиях среды их существования; лабораторные популяции, из которых получают выпускаемых в природу насекомых, обычно генетически гораздо более однородны, близкородственны и потому оказываются неконкурентоспособными. Поэтому, чтобы обеспечить эффективность генетических методов, следует очень тщательно изучить у контролируемого вида и его формальную генетику, и генетику популяций прежде всего в аспекте экологической генетики, и генетику поведения, так же как и динамику численности популяций. Кроме того, необходимы четкие знания о соответствующих характеристиках насекомых лабораторных культур. В свете этих трудностей наиболее перспективно применение генетических методов в комплексе с другими методами борьбы.

Доклад Ж. Итар (Институт животноводства и ветеринарии тропических стран) «Разведение, цитогенетика и сперматогенез насекомых рода *Glossina*. Стерилизация самцов гамма-радиацией» был посвящен итогам ведущихся с 1965 г. работ по созданию лабораторных культур разных видов мух цеце. Ко времени доклада выход самок *G. tachinoides*, *G. morsitans* и *G. austeni* превышал 2000, *G. fuscipes fuscipes* — 800 самок в сутки.

Приведены очень интересные данные об условиях разведения, цитогенетике и сперматогенезе мух и об оптимальных дозах гамма-облучения самцов, приводящих к стерилизации без потери конкурентоспособности по отношению к необлученным самцам в условиях лабораторных опытов. На 1970 г. было запланировано начало опытов выпуска стерильных самцов для борьбы с популяциями цеце в Центрально-Африканской республике при поддержке Евратома и Европейского фонда развития.

В докладе Ж. Муше «Стерилизация физическими и химическими средствами и ее использование для борьбы с насекомыми — переносчиками» дан сжатый и достаточно полный литературный обзор всех стерилизующих агентов и принципов их действия. Заключительная и наиболее интересная часть доклада посвящена результатам полевых опытов, из которых явствует, что до сих пор успех в большом масштабе по отношению к насекомым медицинскому и ветеринарного значения был получен только в широкоизвестных мероприятиях по искоренению вездельного червя (*Cochliomyia hominivorax* Coq.) в юго-восточных штатах США, т. е. на территории, занятой этим видом к 1933 г. В пределах основного ареала (Мексика и юго-западные штаты США) ведущиеся с 1962 г. опыты, хотя и приводили к временному снижению численности популяций, но искоренения вида не обеспечили. В многочисленных опытах с *Musca domestica*, *Lucilia sericata*, *Haematobia irritans*, *Culex pipiens fatigans*, *Aedes aegypti*, *Anopheles quadrimaculatus* лучшие результаты были получены с комнатной мухой на небольших островках у побережья Флориды и в Италии, но и они приводили лишь к временному подавлению популяции, численность которой быстро восстанавливалась после прекращения выпуска стерильных особей. С остальными объектами результаты были отрицательными, что прежде всего объясняется недостатком знаний о динамике численности популяций и этологии, в особенности полового поведения. Лучшие результаты, вплоть до искоренения популяций, были получены на вредителях плодов — *Dacus cucurbitae*, *Carpocapsa pomonella*, *Anastrepha ludens*, *Ceratitidis capitata*. Отмечены факты получения штаммов комнатной мухи, устойчивых к хемотрелянтам. Возможности автостерилизации части естественной популяции вредителей ограничены небольшим числом видов, которые возможно привлекать в ловушки со стерелянтами, а затем выпускать, потому что рассеивание хемотрелянтов в природе недопустимо. В целом, по мнению докладчика, методы генетической борьбы не представляют панацеи и должны разрабатываться с учетом особенностей экологии каждого вида.

В сжатом, но очень содержательном докладе М. Колуцци (Институт паразитологии Римского университета) «Теоретические и практические проблемы, связанные с разведением и массовой культурой комаров» дан анализ многочисленных трудностей,

возникающих при лабораторном культивировании комаров. Эти трудности связаны с подбором пищи для личинок, поддержанием оптимальных микробиоценозов в культурах (бактерии, грибки, простейшие), наличием паузы в развитии многих видов комаров, определением оптимальных размеров садков, плотности популяций и необходимостью моделирования суточного ритма изменений факторов внешней среды, от чего зависит брачный лёт, выяснением особенностей ритмики питания и яйцекладки у каждого вида. В некоторых случаях спаривание (*An. maculipennis* и *Ae. caspius*) и яйцекладка (*Ae. sollicitans*, *An. earlei*) в лаборатории не происходит и приходится прибегать к искусственному оплодотворению и стимуляции яйцекладки обезглавливанием или ампутацией крыльев. Еще более трудно получить массовые культуры видов, когда возникают вопросы стоимости, требуется максимальная механизация и невозможны индивидуальные процедуры, например искусственное спаривание. Поэтому получить такие культуры удалось пока лишь для очень немногих видов — *Ae. aegypti*, *C. pipiens molestus*, *C. p. fatigans*, *An. quadrimaculatus*, *Culiseta longiareolata*, *Ae. vittatus*, *Ae. mariae*.

Но преодоление всех этих трудностей еще не означает получения лабораторных популяций, особи которых во всех отношениях равнозначны особям природных популяций, в которые их выпускают. Лабораторная культура представляет в значительной мере продукт искусственного отбора на выживаемость в условиях лаборатории и при таком отборе многие качества, необходимые для выживания в природе, могут теряться. Требуется значительное увеличение объема знаний об аутоэкологии отдельных видов, об их генетике и особенностях поведения для создания жизне- и конкурентоспособных лабораторных популяций комаров.

В первом из двух докладов Х. Лавена (Институт генетики, Университет Гутенберга Майнц, ФРГ) «Формальная генетика, генетическая борьба и структура популяций комаров» автор констатирует, что генетика вредных насекомых делает пока первые шаги. Результаты исследований генетики популяций наиболее изученных и легко разводимых в лабораториях видов комаров *C. pipiens* и *Ae. aegypti* свидетельствуют о большой пластичности вида в естественных условиях, что очень важно с точки зрения контроля над численностью (например, возникновение форм, устойчивых к инсектицидам). Для генетической борьбы в принципе могут быть использованы следующие механизмы.

1) Механизмы, действующие при межвидовых скрещиваниях: смертность гамет, смертность зигот, нежизненность или ослабленная жизнеспособность гибридов, стерильность гибридов. Эти механизмы мало применимы на практике, так как существующие барьеры, препятствующие скрещиванию двух видов, трудно преодолеть в природных условиях, хотя в лаборатории могут нарушаться относительно легко.

2) Механизмы, действующие в пределах одного вида: а) в течение мейоза или эмбрионального развития — цитоплазматическая несовместимость, доминантная летальность, хромосомные абберации, ведущие к полустерильности; б) в течение всех стадий развития — смертность личинок, куколок или взрослых или ослабление жизнеспособности, вызванные летальным, сублетальным или вредным геном, включая условную летальность или нарушение отношения полов в популяции. Наиболее целесообразно практическое использование механизмов группы а, поскольку они не могут быть компенсированы никаким геном, ни системой генов, так как препятствуют нормальному мейозу и приводят к гибели особи. Что касается группы б, то имеющиеся данные свидетельствуют о том, что вредный эффект отдельных генов, вводимых в диплоидную особь и действующих в многофакторной системе, может быть сбалансирован естественным отбором.

Второй доклад Х. Лавена «Опыт генетической борьбы с *Culex pipiens fatigans* Wied., 1828» посвящен анализу попытки искоренения изолированной популяции *C. p. fatigans* регулярным выпуском самцов другой популяции того же вида, цитоплазматически несовместимой с первой (при несовместимости, наследуемой цитоплазматически, спаривание происходит нормально, но при проникновении сперматозоида в яйцо он блокируется в плазме, и слияния ядер не происходит). Использовались самцы популяции D₁ с цитоплазмой парижского штамма *C. p. fatigans* и геномом штамма Фреско (Калифорния). Замена генома была произведена путем серии поглочительных скрещиваний с целью создать популяцию более приспособленную к тропическим условиям.

После изучения ряда местностей в Индии, на Цейлоне и в Бирме опыт был поставлен в течение сухого сезона (с 16 II по 10 V 1967 в дер. Окпо, близ Рангуна (145 домов); примерно 50 мест выплода личинок, первоначальная плотность популяции взрослых комаров — 1500 самцов и 1500 самок. Опыту предшествовало тщательное изучение популяций *C. p. fatigans* в Рангуне и его окрестностях и проверка их в лабораторных опытах на несовместимость с D₁.

Из-за организационных трудностей первоначально запланированный ежедневный выпуск по 5000 самцов D₁ удалось осуществить только с 16 III, до этого выпускалось от 800 до 3000 в день. Кроме того, с середины февраля до середины марта произошло непредвиденное увеличение численности популяции до 20 000 взрослых комаров в связи с вымочкой хлопка сырца, что повело к увеличению площади выплода личинок. Тем не менее уже через неделю после выпуска первых самцов D₁ началось повышение эмбриональной смертности в яйцекладках, которая стала прогрессировать и достигла 25% к 31 III, 50% к 18 IV и 100% к 9 V. К сожалению, 10 V начался муссон и опыт пришлось прекратить, но принципиальное решение вопроса было достигнуто. Всего для подавления популяции с численностью в пределах от 2000 до 20 000 самцов и самок (1 : 1) было выпущено 267 600 самцов D₁.

В докладе Г. Давидсона (Институт тропической гигиены им. Росса, Лондон) «Метод генетической борьбы с *Anopheles gambiae* Giles, 1902» рассказано об опыте борьбы с одним из основных переносчиков малярии в Африке, ставшим устойчивым к диэльдэину и ГХЦГ, а в последнее время и к ДДТ. Комплекс *An. gambiae* состоит из 5 подвидов (видов) — *An. g. melus*, *An. g. merus*, и 3 еще не имеющих имени — А, В, С. Гибриды между ними стерильны. При скрещивании самцов А и В с самками *melus* и *merus* (помимо того) резко увеличивается доля самцов в F_1 . Лабораторные опыты показали, что стерильные самцы вполне конкурентоспособны и обеспечивают прогрессирующую долю стерильных яйцекладок смешанной популяции с самками как А, так и В.

Полевой опыт был поставлен в дер. Пала, в окрестностях г. Бобо-Диулассо (Верхняя Вольты) с численностью выплода в популяции *An. gambiae* (форма А) примерно 2400 самцов и самок (1 : 1) в сутки. Всего за период опыта (с 10 IX 1968 по 13 I 1969) было выпущено 295 813 гибридных куколок ♂В × ♀ *melus*. Хотя в ходе опыта доля стерильных самцов при отловах комаров в Пала все возрастала и достигла 75%, доля аномальных яйцекладок сохранялась на том же уровне, что и в контроле (соседние деревни) — около 5%. Причина неудачи, по мнению автора, заключается в недостаточной конкурентоспособности гибридных самцов подвида В по отношению к самцам естественной популяции, относящейся к подвиду А.

Заключительный доклад в разделе коллоквиума, посвященного методам биологической борьбы, был сделан Р. Палом (ВОЗ): «Генетика насекомых — переносчиков болезней». В нем очень кратко охарактеризованы основные направления работ ВОЗ по указанной проблеме.

1. Генетика устойчивости к инсектицидам — частоты генов устойчивости в популяциях переносчиков, их локализация в хромосомах, способы их передачи и спектры устойчивости.

2. Формальная генетика и цитогенетика — составление хромосомных карт закончено для большинства американских и европейских видов *Anopheles*, ведутся работы с родом *Simulium* в различных районах Африки и Канады, расшифрован комплекс *An. gambiae*; карты сцепления генов у *M. domestica* и *Ae. aegypti*; изучение механизма стерильности.

3. Разведение штаммов переносчиков с точно определенными генетическими свойствами: *Musca domestica*, *Culex pipiens*, *Aedes aegypti*.

4. Генетическая борьба — кроме опытов с *C. p. fatigans* и *An. gambiae* ведутся работы с цеце, иксодовыми клещами и триатомовыми клопами.

5. Организуются семинары и курсы по изучению генетики переносчиков и генетическим методам борьбы.

Вторая часть коллоквиума была посвящена патологии переносчиков. Она состояла из докладов К. Ваго «Актуальные вопросы отношений между патогенными агентами и переносчиками»; П. Эртыге «Отношения наследственного вируса дрозофилы со своим хозяином»; П. Морель «Отношения вирусов и риккетсий с их переносчиками-клещами»; Ж. Ржехачек «Культуры тканей кровососущих членистоногих и их использование для культивирования вирусов и риккетсий»; Д. Петерса «Отношения между вирусами растений и их переносчиками тлями и цикадками»; В. Урпэн «Принципы биологической борьбы в сельском хозяйстве»; Э. Кирстак «Возможные осложнения микробиологической борьбы на позвоночных. Случаи биологических инсектицидов на основе вирусов». Все эти доклады касались больше вопросов отношений переносчиков и переносимых ими агентов инфекций, чем микробиологической борьбы и потому мы их не рецензируем.

В целом труды коллоквиума несомненно представляют большую ценность, так как дают основанную на анализе большого фактического материала картину современного этапа развития биологических методов борьбы с кровососущими членистоногими. Большой частью обзорный характер докладов предоставляет мало пищи для дискуссии и потому их основные выводы, как явствует из резолюции, были одобрены участниками коллоквиума. Можно, конечно, было бы упрекнуть его организаторов в недостаточном освещении результатов и перспектив применения некоторых других биологических агентов, например личинкоядных рыб для борьбы с комарами. Но упреки в недостаточном стремлении «объять необъятное», как давно известно, мало полезны. Более серьезным упреком является очень слабое знакомство с советскими работами, которые почти не цитируются, и все же можно только сожалеть, что опубликованные на французском языке и в труднодоступном издании эти «Труды» практически недоступны для советских исследователей.

Заслуживает специального упоминания резкое несоответствие между изощренной генетической основой и примитивизмом всех наблюдений, касающихся экологии контролируемых популяций в очень интересных опытах Лавена и Давидсона. В опытах Лавена на эту сторону дела все-таки обращали внимание — вели регулярные учеты численности, сопоставляя наблюдения тремя разными методами, но и здесь отсутствовали многие экологические сведения, необходимые для сознательного контроля: возрастной состав популяции, таблица выживаемости, средняя продолжительность жизни имаго, количество гонотрофических циклов, распределение взрослых комаров на местности, радиус разлета от места выплода или выпуска и т. д. Что касается опытов Давидсона, то там ограничились очень приблизительным учетом численности взрослых комаров в опытной популяции. В обеих работах главной заботой было выпустить побольше несущих стерильность особей, т. е. воевать не умением, а числом. Неполнота первого опыта и отрицательные результаты второго и были следствием такого подхода, иллюстрируя меру нашего незнания экологии объектов (даже при очень высокой ква-

лификации исследователей), о которой говорилось в первых докладах коллоквиума.

Если попытаться теперь сделать главные выводы из богатого содержания докладов, то они сводятся к следующему.

1. Развитие биологических методов борьбы с кровососущими членистоногими возможно без резкого, не менее чем на 1—2 порядка, увеличения объема биологической и прежде всего экологической информации об объектах борьбы.

2. Для получения и тем более для обработки этой информации необходимо значительное повышение уровня экологической подготовки как исследователей, так и практических работников.

3. В данном частном случае, как и в большинстве других случаев поисков наиболее рациональных методов воздействия на окружающую человека среду, имеется резкое несоответствие между объемом задач, настоятельно требующих решения и наличными силами и средствами. Поэтому для успеха дела крайне необходима строжайшая координация усилий не только в национальном, но и в международном масштабе.

К. А. Бреев