

УДК 595.2/7 : 591.2(477)

К ВОПРОСУ О ПАТОЛОГИИ НАСЕКОМЫХ И ДРУГИХ ЧЛЕНИСТОНОГИХ

А. Ф. Крышталь, Н. Г. Дашкина, Н. Д. Михновская,
О. П. Лебедева, Н. И. Гармаш, М. А. Кузнецова

(Киевский государственный университет)

В настоящее время проблема «Человек и биосфера», или «Человек и среда», разрабатывается как международная программа. Один из самых важных вопросов ее — поиск средств защиты атмосферы, почвы, воды, растений и животных от вредных последствий применения в широких масштабах отравляющих веществ, в т. ч. и препаратов, защищающих человека, животных и растения от паразитов, вредителей и переносчиков возбудителей болезней. Загрязнение среды и особенно продуктов питания ядохимикатами послужило причиной разработки биологических методов борьбы с вредными организмами.

Терминами «биологический метод» и «биологические методы» широко пользуются, имея в виду целый комплекс приемов по применению полезных организмов для уничтожения вредных, в т. ч. паразитов человека и животных, вредителей растений и переносчиков возбудителей болезней. За последнее время намного возросло число подобных приемов, увеличилось количество используемых видов и даже целых групп полезных организмов с разными биологическими особенностями, расширился ассортимент биологических препаратов. Уже пришло время говорить о серии биологических методов, тем более, что большинство из них является сугубо специфическими как по особенностям применяемых организмов, так и по характеру их использования. Необходимо также перейти к употреблению термина «микробиологические методы» вместо «микробиологический». Это позволит конкретизировать задачи разработки теоретических вопросов и практических мероприятий.

Большое внимание изучению микробиологических методов и применению их на больших площадях уделяется в США, Канаде, Франции, Англии, Японии и некоторых других государствах. Интенсивно ведутся работы по изучению и применению эффективных возбудителей болезней насекомых для практических целей в Чехословакии (Weiser, 1966 и др.).

Судя по координационному плану на 9-ю пятилетку, биологические методы борьбы с вредителями растений в СССР разрабатываются сейчас во многих научно-исследовательских институтах и других учреждениях. Значительно меньше изучается инфекционная патология членистоногих, имеющих медицинское и ветеринарное значение, причем почти полностью отсутствуют данные о болезнях полезных энтомофагов. А знание болезней членистоногих и их возбудителей в первую очередь необходимо для защиты человека, животных и растений от вредных организмов. Эти исследования станут научной основой разработки и применения биологических методов подавления численности популяций вредных членистоногих и многих других организмов в природе, сельском и лесном хозяйстве.

Нередко можно слышать упреки, особенно от хозяйственников, в том, что разработка биологических методов борьбы с вредными орга-

низмами подвигается очень медленными темпами. К сожалению, это верно. Однако мало кто задумывается над причинами такого положения.

Одной из древнейших отраслей науки, в задачи которой входит распознавание, лечение и предупреждение возможности появления болезней, является медицина. Медикам больше, чем кому-либо другому, приходится заниматься изучением вирусов, риккетсий, бактерий и других возбудителей болезней. На примере разработки многих медицинских проблем легко убедиться, как трудно поддаются изучению патогенные микроорганизмы.

Важным этапом в развитии медицины, оказавшимся исходным и в изучении болезней членистоногих, было установление Пастером роли микробов в возникновении инфекционных заболеваний. Уже тогда были открыты возбудители таких опасных болезней, как сибирская язва, возвратный тиф, туберкулез, чума, холера и др. В настоящее время многочисленная армия высококвалифицированных научных сотрудников, среди которых немало крупных ученых, в тысячах медицинских научно-исследовательских учреждений изучает болезни и способы их лечения только одного вида — человека (*Homo sapiens*). Тем не менее нельзя считать, что проблема в какой-то степени исчерпана. Наоборот, много больших и малых вопросов все еще ждут своего решения (например, рак, грипп и другие заболевания). Масштабы изучения болезней членистоногих значительно меньше. Если собрать всех исследователей, работающих в области инфекционной патологии членистоногих в СССР, их окажется значительно меньше, чем исследователей болезней человека в одном Киевском медицинском институте!

По нашей ориентировочной оценке оказалось, что только в фауне СССР насчитывается более 1000 видов членистоногих, которых необходимо либо уничтожать, либо защищать. При таких условиях, по существу, невозможно назвать ни одного вида, о болезнях которого и возможностях использования их возбудителей для решения практических целей уже была бы собрана исчерпывающая информация. До некоторой степени исключением являются пчела домашняя (*Apis mellifera* L.) и тутовый шелкопряд (*Bombyx mori* L.).

В настоящее время уже хорошо известно, что микроорганизмы, связанные с членистоногими, составляют целый комплекс групп, имеющих разное значение как для их хозяев, так и для окружающей среды. К первой группе можно отнести микроорганизмы, играющие важную роль в возникновении иммунитета, обмене веществ и других жизненных процессах членистоногих. Попутно можно отметить, что мы еще очень мало знаем эту группу микроорганизмов, как и физиологию членистоногих, и в первую очередь насекомых.

Вторую группу составляют микроорганизмы, обычно также не патогенные для членистоногих, но являющиеся возбудителями болезней человека, животных или растений. Членистоногие являются лишь специфическими или механическими переносчиками патогенных микроорганизмов. Укажем хотя бы несколько общеизвестных фактов. Еще со времен А. Лаверана, И. И. Мечникова и Р. Росса известно, что возбудителями малярии являются простейшие рода *Plasmodium* (Protozoa, Sporozoa), а переносчиками — кровососущие комары рода *Anopheles*. Половое размножение (спорогония) возбудителей малярии происходит в организме комаров. Слепни (Tabanidae) и кровососущие комары (Culicidae) являются переносчиками бактерий, вызывающих туляремию и сибирскую язву; блохи (*Siphonaptera*) — чумной палочки; вши (род *Pediculus*) — риккетсии — возбудителя сыпного тифа и спирохеты Обермейера — возбудителя возвратного тифа; мухи (Muscidae) и тараканы (Blattidae) —

возбудителей кишечных инфекций. Иксодовые клещи (Ixodidae) распространяют возбудителей (мелкие вирусы) клещевого (весенне-летнего, таежного, дальневосточного) энцефалита и клещевого риккетсиоза (клещевого сыпного тифа); аргазовые клещи (род *Ornithodoros*) являются хранителями и переносчиками спирохет — возбудителей клещевого возвратного тифа. Цикады (Cicadinea = Auchenorrhyncha), тли (Aphidinea) и ряд других групп насекомых переносят возбудителей вирусных, бактериальных и грибных заболеваний растений. При желании список членистоногих — хранителей и переносчиков возбудителей болезней человека, животных и растений нетрудно продолжить. Одних только арбовирусов уже известно 252 вида (Тарасов, 1972), из них около 100 описаны в последнее десятилетие. Эта группа микроорганизмов, биологически связанных с членистоногими, изучается одновременно с вызываемыми ими болезнями. В данной области работает довольно большое количество ученых и целых учреждений. Уже собрана весьма разнообразная и ценная информация.

К третьей группе относятся микроорганизмы, вызывающие заболевания и даже эпизоотии среди членистоногих. Это — вирусы, риккетсии, бактерии, грибы, простейшие. Кроме того, заболевания членистоногих вызываются паразитическими клещами, насекомыми и некоторыми другими членистоногими. В общем, эта группа довольно разнообразна, богата видами и представляет наибольший интерес как источник организмов, которых можно использовать для подавления численности вредных членистоногих, т. е. в биологических методах защиты человека, животных и растений. Вместе с тем анализ специальной литературы и планов научно-исследовательских учреждений показывает, что именно по этой группе организмов информация очень бедна и все еще мало исследователей работает в данной области.

Анализ литературы, а также наблюдения в природе свидетельствуют, что при использовании даже высоковирулентных микроорганизмов для подавления численности популяций вредных членистоногих возникает немало трудностей, например частая изменчивость вирулентности возбудителя, иммунитет и способность к быстрому приобретению иммунитета у организмов, подлежащих уничтожению, неблагоприятные климатические условия и ряд других. Важную роль играют и биоценотические связи разных групп организмов в естественных биоценозах. Как известно, в естественных условиях больные или отстающие в развитии индивиды обычно становятся легкой добычей хищников или паразитов и скоро погибают. Это обстоятельство часто является существенным препятствием для развития эпизоотий и вместе с тем может неблагоприятно сказаться на эффективности проводимых мероприятий.

Прошло только около 100 лет с того времени, когда И. И. Мечников (1879) обнаружил больных личинок хлебного жука (*Anisoplia austriaca* Hbst.) и описал возбудителя, вызывающего заболевание, — зеленую мюскардину (*Entomophthora anisopliae* Metch.). Вместе с микробиологом Л. С. Центковским и энтомологом П. А. Забаринским И. И. Мечников впервые в мире провел опыты по искусственному заражению хлебного жука. Позже И. И. Мечников выяснил, что зеленая мюскардина поражает и свекловичного долгоносика (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). Ученик И. И. Мечникова И. М. Красильщик (1886) с 1884 г. в течение 25 лет пропагандировал и проводил на больших площадях эффективную борьбу со свекловичным долгоносиком, опыляя растения спортами гриба *Metarrhizium anisopliae* (Metch.), при этом погибало 55—80% долгоносиков. И. И. Мечникову принадлежит открытие и другого заболевания личинок хлебного жука — «гнилой болезни», или

фляшерии. Возбудитель этой болезни назван им *Bacillus salutaris* Metch. Приоритет этих открытий и разработка теоретических основ микробиологических методов борьбы с вредными насекомыми, бесспорно, принадлежат И. И. Мечникову. От открытия мюскардины и разработки методики выращивания ее культуры до практического применения боверина прошло без малого 100 лет, и это при условии, что исследованиями занимались такие крупные ученые как И. И. Мечников, А. О. Ковалевский, П. А. Забаринский, Л. С. Центковский, И. М. Красильщик, В. П. Поспелов и др. Существенные успехи в практическом использовании микроорганизмов, в т. ч. и мюскардины, для борьбы с вредителями в Советском Союзе достигнуты сравнительно недавно.

Заболевания насекомых и других членистоногих вызывают вирусы, риккетсии, бактерии, грибы, простейшие, гельминты, клещи и насекомые. Наиболее обстоятельная информация, хотя в целом еще очень недостаточная, имеется относительно болезней вредителей сельскохозяйственных и лесных растений. Гораздо хуже дело обстоит с изучением болезней членистоногих, имеющих медицинское и ветеринарное значение, а также являющихся энтомофагами.

Вирусы. Изучение вирусных болезней человека, животных и растений и особенно их возбудителей является одним из самых сложных разделов современной биологии. Многие из вирусов очень мелки и малодоступны даже для самых усовершенствованных оптических приборов. В одном и том же организме-хозяине нередко можно встретить несколько вирусов, имеющих совершенно разные функциональные особенности. Разобраться в их значении и биологических особенностях обычно бывает очень трудно.

По данным Л. М. Тарасевич (1971), уже известно более 300 (330) видов энтомопатогенных вирусов: на чешуекрылых (Lepidoptera) — 233, перепончатокрылых (Hymenoptera) — 27, двукрылых (Diptera) — 11, жуках (Coleoptera) — три, прямокрылых (Orthoptera) — два, сетчатокрылых (Neuroptera) — два вида. К этому списку необходимо добавить по крайней мере четыре вида вирусов, вызывающих заболевание кровососущих комаров. По состоянию на 1967 г. был известен 281 вид энтомопатогенных вирусов, из которых 122 относятся к группе ядерного полиэдроза, 101 — к группе цитоплазматического полиэдроза; 37 — к группе гранулеза; 4 — к группе вирусов с полиморфным включением и 17 — к группе вирусов без включения.

Как известно, вирусы отличаются особой специфичностью, узким спектром энтомопатогенного действия, по-видимому, благодаря внутриклеточной их репродукции, тесно связанной с жизнедеятельностью клетки — хозяина. Однако, следует отметить, что вирусы, патогенные для насекомых, обладают различной амплитудой специфичности. В отношении полиэдрозов по этому вопросу поначалу существовали противоречивые мнения, что объясняется трудностью идентификации вирусов и распространенностью латентных их форм. Штейнхауз (Steinhaus, 1949) считал, что полиэдренные вирусы имеют выраженную видовую специфичность. Так, у семи видов насекомых он отличал семь видов полиэдрозов. Смит и Ксероз (Smith, Xeros, 1953) на основании своих данных отстаивали точку зрения широкой передачи полиэдрозов даже у отдаленных видов. Эти противоречия получили объяснения в работе С. М. Гершензона (1955). Автор исследовал возможности заражения полиэдренными вирусами 49 видов чешуекрылых, принадлежащих к 17 семействам, и трех видов перепончатокрылых из семейства пилильщииков (*Tenthredinoidea*). Было обнаружено, что вирусы полиэдроза дубового (*Antheraca pernyi* G. M.) и тутового шелкопрядов различны, но каждый

из них может заражать ряд других видов чешуекрылых. Это позволило сделать вывод, что полиэдренные вирусы не обладают строгой видовой специфичностью.

Радужный вирус долгоножки (*Tipula* L.) также вызывает перекрестное заражение не только между разными видами, но и между разными родами насекомых, принадлежащими к различным отрядам. Смит, Хилс и Риверс (Smith, Hills a. Rivers, 1961) установили, что радужный вирус долгоножки заражает в эксперименте личинок семи видов двукрылых, 12 видов чешуекрылых и трех видов жуков. В. Ю. Канюка (1968) также обнаружила широкий диапазон восприимчивости насекомых к данному вирусу; при интралимфальном введении он оказался высокопатогенным для ряда насекомых двух разных отрядов: для личинок непарного шелкопряда (*Porthetria dispar* L.), огневки пчелиной большой (*Galleria mellonella* L.), капустницы (*Pieris brassicae* L.), личинок и куколок тутового шелкопряда (отряд чешуекрылых), а также для личинок майского хруща восточного — *Melolontha hippocastani* F. (отряд жуков). Однако другие испытанные в этих опытах насекомые указанных отрядов оказались не восприимчивыми к радужному вирусу долгоножки. Примером выраженной специфичности энтомопатогенного вируса, по имеющимся в нашем распоряжении литературным данным, является вирус денсонуклеоза патогенного действия, которого Жиран (Giran, 1966) не обнаружил у ряда насекомых.

По существующему мнению, в настоящее время наиболее перспективны для использования в биологической борьбе те вирусные заболевания насекомых, при которых образуются тельца — включения, полиэдры и гранулы. Инфекционные вирусные частицы полиэдров и гранул защищены надежной белковой оболочкой и могут выдерживать различные неблагоприятные условия. К числу подобных заболеваний относятся инфекции, вызываемые вирусами ядерного полиэдроза, гранулеза, а также недавно открытая группа заболеваний, вызываемых оспоподобными вирусами, близкими по строению к вирусам группы оспы позвоночных животных. Следует отметить, что некоторые не имеющие включений вирусы способны вызывать эпизоотии в природе и устойчивы к внешним факторам. Поэтому они заслуживают внимания при разработке биологических мер борьбы (например, моратор — вирусы, вирус денсонуклеоза).

В нашей стране ведутся интенсивные поиски инфекционных вирусных заболеваний насекомых. В частности, в сводке Л. М. Тарасевич (1971) приведены данные Е. В. Орловской, рекомендующей использовать полиэдренные вирусы для борьбы с непарным шелкопрядом, Ц. А. Чхубианишвили — с пяденицами (Geometridae) и бражником линейным (*Celerio livornica* Esp.), А. Я. Лесковой и Э. Ж. Симоновой — с яблонной молью (*Hyponomeuta malinellus* Z.), Л. М. Тарасевич, В. Ю. Дуло, А. Е. Лоншаковой — с американской белой бабочкой (*Hyphantria cunea* Dr.); В. П. Лукьянчиков рекомендует использовать вирусы гранулеза для борьбы с сибирским шелкопрядом (*Dendrolimus sibiricus* Tsch t w.), И. А. Заринь — с белянками (Pieridae), Е. Т. Дикасова и Т. А. Шехурина — с озимой совкой (*Agrotis segetum* Schiff.). Несмотря на то, что эксперименты дали вполне положительные результаты, промышленный выпуск вирусных препаратов до сих пор невелик. По состоянию на 1968 г. зарегистрировано 11 вирусных препаратов, изготавливаемых фирмами США.

Бактерии. В целом бактерии, очевидно, уступают вирусам в специфичности, диапазоне действия, однако имеют преимущества при применении в борьбе с вредными насекомыми благодаря возможности

их размножения на ряде искусственных питательных сред. Членистоногие, в частности насекомые, являются хозяевами большого количества видов бактерий. Одна (большая) часть этих бактерий находится в симбиотических взаимоотношениях с насекомыми — хозяевами, участвуя в процессе питания, вторая — способствует возникновению иммунитета к болезнетворным микробам, что в немалой степени затрудняет использование микробиологических средств для борьбы с вредителями. Наличие среди представителей «нормальной» микрофлоры насекомого энтомопатогенных бактерий создает для насекомых значительную угрозу и может привести к эпизоотиям.

По классификации Бюхера (Bücher, 1960), энтомопатогенные бактерии делятся на четыре группы:

1. Облигатные неспорообразующие патогены с трудом или вообще не культивируются *in vitro*. В природных условиях они размножаются только в организме определенных видов насекомых, имеют круг хозяев, ограниченный одним видом или тесно связанной группой видов. Известно только два заболевания насекомых, которые вызываются неспорообразующими облигатными патогенами, — европейский гнилец пчел и заболевание бабочки мешочницы (*Solenobia triquetrella* Fischer et Röslerstamm). В связи с трудностью культивирования этих организмов ими практически не занимаются.

2. К потенциальным кристаллоносным спорообразователям относится обширная группа бацилл — *Bacillus thuringiensis* Berliner, *Bac. cereus* Frankl. В настоящее время уже выделено множество штаммов этой группы бацилл, патогенных для различных насекомых.

Круг известных нам насекомых — хозяев, чувствительных к кристаллообразующим бактериям, непрерывно расширяется. Заболевания, вызываемые бактериями группы *Bac. thuringiensis*, широко распространены среди чешуекрылых. Эта бацилла патогенна для гусениц более 100 видов чешуекрылых. Бабочки и гусеницы капустной совки (*Barathra brassicae* L.) младших возрастов устойчивы к *Bac. thuringiensis*, а гусеницы старших возрастов восприимчивы к ней (Шевкунова, 1969), И. А. Строева (1971) выделила из 19 видов насекомых 173 штамма *Bac. thuringiensis*, часть которых оказалась патогенной для мухи комнатной (*Musca domestica* L.).

Исследования кристаллообразующих бацилл в Советском Союзе проводятся довольно широко. Изучаются их физиология, способы повышения вирулентности, взаимоотношения *Bac. thuringiensis* с другими видами почвенных бактерий, их серологические, токсигенные свойства и т. д. На основе этих микроорганизмов созданы препараты для борьбы с вредителями (энтобактерин, дендробациллин, турицид). Так как вирулентность используемых в настоящее время культур *Bac. thuringiensis* не всегда отвечает предъявляемым к ним требованиям, необходимо постоянно вести направленную селекцию этих микроорганизмов, воздействуя мутагенными факторами. С целью расширения диапазона действия этих бактерий изыскиваются естественные варианты группы *Bac. thuringiensis*, образующие термостабильный экзотоксин.

Другие патогенные для насекомых спорообразующие бактерии также принадлежат к роду *Bacillus*. Это — *Bacillus popilliae* Dutky и *Bac. lentimorbus* Dutky. Известно только несколько видов патогенных для насекомых бактерий рода *Clostridium*. Это — *Cl. malacosomae* Bücher и *Cl. brevifaciens* Bücher. К сожалению, исследования в этой области в Советском Союзе пока единичны.

3. Факультативные неспорообразующие патогенные бактерии способны размножаться в кишечнике восприимчивых насекомых и прони-

коть из кишечника в гемолимфу. От облигатных патогенов эти бактерии отличаются тем, что не требуют специальных условий для роста и репродукции и являются специфическими возбудителями заболеваний. Бактерия *Serratia marcescens* Визю патогенна для очень большого количества насекомых. Чаще она выделяется из насекомых, разводимых в условиях инсектария, и вызывает у них общую септицемию. По данным Бюхера (Bücher, 1959) и Штейнхауза (Steinhaus, 1959), введение около 40 клеток бактерий в гемолимфу восковой моли (*Galleria mellonella* L.) вызывает смерть половины насекомых. Гибель насекомых наступает в течение одного — трех дней. В Советском Союзе изучением этого заболевания практически не занимаются.

4. Потенциальные патогены (неспорообразующие бактерии) от облигатных патогенов отличаются тем, что вызывают гибель многих насекомых и легко растут на питательных средах. Характерная особенность потенциально патогенных бактерий — способность их легко размножаться в гемолимфе, вызывая у зараженных насекомых септицемию (в кишечнике они не размножаются). Они могут размножаться в гемолимфе потому, что это — преимущественно аэробные бактерии, нетребовательные к питательным веществам и способные использовать для метаболизма различные источники углерода и азота. Они устойчивы к действию фитонцидов, антимикробных факторов гемолимфы. Механизм действия потенциально патогенных бактерий изучали Бюхер, Стефенс (Bücher, Stephens, 1957, 1959; Stephens, 1959; Bücher, 1960), О. Лысенко (Lysenko, 1963) и ряд других авторов. Бюхер и Стефенс (Bücher a. Stephens, 1957) показали действие потенциально патогенных бактерий на примере саранчовых, зараженных *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula. Насекомые были чувствительны к *Ps. aeruginosa* при введении в гемолимфу от 10 до 20 бактериальных клеток. Потенциально патогенными, вызывающими гибель насекомых при проникновении в гемолимфу, являются и некоторые другие бактерии рода *Pseudomonas*: *Ps. fluorescens* (Migula) (Bücher a. Stephens, 1959) и *Ps. chlororaphis* (Gign., Sauv.) (Kudler, Lysenko, Hochmut, 1958). К потенциально патогенным относятся также некоторые бактерии семейства Enterobacteriaceae.

Грибы. Обзор достижений в области изучения болезней насекомых, вызываемых грибами, а также практического использования возбудителей этих болезней для борьбы с вредителями опубликован А. А. Евлаховой (1971). Вообще необходимо отметить, что А. А. Евлахова и О. И. Швецова внесли большой вклад в развитие микробиологических методов борьбы с вредными насекомыми. В частности, они проводят глубокие теоретические исследования по применению энтомопатогенных грибов, разрабатывают вопросы повышения их вирулентности в условиях действия на них различных факторов, предложили методику выделения чистых и моноспоровых культур.

Отечественными учеными изучены особенности энтомопатогенных грибов, установлены связи возбудителей с насекомыми-хозяевами, благодаря чему стало возможным практическое применение этой группы организмов. Удачны попытки применения *Beauveria bassiana* Bals. в борьбе с личинками колорадского жука (*Leptinotarsa decimlineata* Say), с яблонной плодовой жоржкой (*Carpocapsa pomonella* L.), картофельной коровкой (*Epilachna vigintioctomaculata* Motsch.). В Белоруссии в борьбе с личинками комаров испытан боверин. Широкое развитие на Украине, получило использование возбудителя мюскардины в сочетании с сублетальными дозами инсектицидов. Наилучшие результаты получены при применении этого способа в борьбе с колорадским жуком, американской белой бабочкой, картофельной коровкой.

В СССР исследование грибов сем. *Entomophthoraceae* в целях использования их для биологической борьбы с вредителями впервые начаты в пятидесятых годах, сейчас продолжается изучение природных эпизоотий, вызываемых ими, и условий культивирования грибов. Определяются биологические особенности энтомофторовых грибов, вызывающих массовую гибель тлей на горохе (*Pisum* L.) и других бобовых, разработаны методы культивирования некоторых видов энтомофторовых грибов из разных насекомых.

Изучение микрофлоры насекомых в целях ее практического использования ведется многими исследователями. В последние годы из Китая, Вьетнама, с о-вов Тринидад и Кубы ввезены для акклиматизации и практического использования против вредителей несколько географических форм энтомопатогенного гриба ашерсонии (*Aschersonia*). Этот гриб изучен и эффективно использован в южных районах СССР для борьбы с белокрылкой цитрусовой (*Dialeurodea citri* Riley et How.).

Нематодные болезни. Весьма солидный вклад в изучение болезней насекомых, вызываемых нематодами, внесен Е. С. Кирьяновой, П. А. Положенцевым и И. М. Рубцовым. Судя по литературным источникам, в изучении гельминтозов насекомых в СССР принимало участие более 50 человек. Большинство работ в этой области появилось в последнее десятилетие. Отрадно и то, что изучаются гельминтозы и кровососущих насекомых, особенно мошек и комаров. Однако общий список насекомых, гельминтозы которых изучены в Советском Союзе, все еще небольшой.

Протозойные болезни. Совершенно недостаточны сведения о болезнях насекомых, вызываемых простейшими (Protozoa), в т. ч. грегаринами (Gregarinida), кокцидиями (Coccidiida), микроспоридиями (Microsporidia) и гаплоспоридиями (Haplosporidia). Более или менее обстоятельные исследования в этой области ведутся по существу только в нескольких институтах.

Клещи и насекомые-энтомофаги. Изучение клещей и особенно насекомых-энтомофагов в настоящее время является самым крупным разделом рассматриваемой проблемы. Именно среди членистоногих зарегистрировано наибольшее количество видов энтомофагов, из них многие уже довольно успешно используются для подавления численности популяций вредных насекомых и других организмов. Здесь уместно отметить, что к концу 9-й пятилетки в Советском Союзе планируется ежегодное применение биологических методов для защиты сельскохозяйственных культур от вредителей на 30 млн. га, в т. ч. применение энтомофагов (преимущественно трихограммы) — на 10 млн. га.

Видовой состав клещей и насекомых, изучаемых как энтомофаги, продолжает оставаться бедным, пополняется он весьма слабо. Собрана лишь фрагментарная информация об экологических особенностях даже наиболее массовых энтомофагов. Медленно развиваются фаунистические исследования, в частности на Украине; даже такое семейство, как наездники (*Ichneumonidae*), остается неизученным и не имеет своего «хозяина».

В материалах конференции по защите плодовых и овощных культур, проведенной в 1971 г. во Всесоюзном научно-исследовательском институте биологических методов защиты растений (Кишинев), представлены тезисы восьми докладов, посвященных общим вопросам, 79 — энтомофагам, 47 — микробиометодам, 14 — аттрактантам, гормональным препаратам и стерилизации, 13 — антибиотикам и суперпаразитам. Если сравнить эти данные с аналогичными материалами предыдущих конференций, доминирующая роль докладов, посвященных членистоно-

гим — энтомофагам, сохраняется. Однако удельный вес этих докладов уменьшается, и наоборот, количество докладов, посвященных микробиологическим и другим новым средствам, увеличивается.

Разработка теоретических основ микробиологических методов подавления численности популяций вредных членистоногих и других групп опасных организмов все еще остается на низком уровне. Это отрицательно сказывается на использовании полезных организмов, на выявлении их потенциальных возможностей и в конечном итоге может привести к весьма нежелательным последствиям. При организации исследований следует постоянно помнить, что микроорганизмы, в т. ч. и патогенные для членистоногих, — это очень важные естественные ресурсы средств защиты от вредителей, которые необходимо систематически выявлять и использовать на благо человека.

Анализ мировой литературы свидетельствует о том, что о видовом составе возбудителей болезней, которые можно использовать для подавления численности вредных насекомых и других членистоногих, имеется только весьма фрагментарная информация, к тому же собранная на сравнительно небольшом количестве видов. И потому поиски патогенных для вредных членистоногих микроорганизмов должны занять одно из ведущих мест в планах научно-исследовательских работ ряда учреждений. Необходимо в каждом регионе определить комплекс видов членистоногих, имеющих наиболее важное значение как в медицине, так и в народном хозяйстве, выявить возбудителей их болезней, которых можно использовать для практических целей. Установление возбудителей болезней членистоногих, как и многих других групп организмов, часто является очень сложным процессом и трудным даже для хорошо оснащенных лабораторий. Это в первую очередь относится к таким возбудителям болезней, как вирусы, риккетсии, микроспоридии и некоторые другие. Из общей микробиологии и эпидемиологии хооршо известно, что имеются микроорганизмы с широкой экологической валентностью, которые развиваются как патогенные и поражают разнообразных животных. Членистоногие не являются в этом отношении исключением. Вместе с тем имеются и микроорганизмы, вызывающие заболевания у отдельных видов или у групп близкородственных видов. Использование этих микроорганизмов для подавления численности популяций опасных видов членистоногих представляет немалый интерес.

Неотложной задачей является разработка методов выявления, количественного учета и сбора массового материала как вредителей, так и их паразитов. Крайне необходима информация о методиках диагностики (особенно ранней) заболеваний членистоногих. Важной проблемой остается изучение фауны энтомофагов и их фаунистических комплексов регионов, биоценозов, севооборотов и отдельных культур.

Принимая во внимание то, что изучаются болезни лишь сравнительно небольшого количества членистоногих, следует всемерно развивать поиски больных насекомых и других групп организмов с целью выявления возбудителей, эффективных в борьбе с вредителями. Большого внимания требуют исследования морфологических, биохимических, физиологических, экологических и культуральных особенностей возбудителей болезней членистоногих. Надо намного расширить работы по изучению эколого-физиологических особенностей вредных и полезных членистоногих. Они необходимы для разработки методики ведения лабораторных культур и, следовательно, методики массового размножения полезных организмов. Весьма важны сведения об оптимальных условиях хранения вирулентных штаммов микроорганизмов как в теле членистоногих, так и в очищенном виде. Крайне важна разработка методик вы-

деления, очистки и концентрации возбудителей болезней членистоногих, в частности вирусов и риккетсий. Необходима информация об изучении патологических процессов и изменений в организме членистоногих, вызываемых вирусами, риккетсиями и другими организмами. Немалый интерес представляют и вопросы последствия заболеваний. Нужна упрощенная методика проверки вирулентности микроорганизмов. Одной из актуальнейших проблем является селекция вирусов, бактерий и других эффективных возбудителей болезней членистоногих. Здесь широкий фронт работ открывается перед генетиками и селекционерами. Вместе с тем необходима информация о естественном иммунитете и процессе возникновения его в ходе заболевания членистоногих, против которых применяются микроорганизмы.

В констелляции экологических условий, при которых можно ожидать высокой эффективности от применения тех или иных микроорганизмов для подавления численности популяций вредных членистоногих, очевидно, одно из первых мест принадлежит биоценотическим связям. Литературные данные, а также многочисленные наблюдения свидетельствуют, что при разработке биологических, в т. ч. и микробиологических, методов защиты животных и растений от вредных членистоногих нужна всесторонняя информация о связях, существующих между разными группами организмов в определенных биоценозах или на обрабатываемых площадях. Знание таких связей особенно важно для правильной организации борьбы с личинками комаров и другими компонентами гноса в водоемах разных типов и при защите лесных насаждений. Одним из важнейших вопросов является изучение процессов возникновения и протекания эпизоотий в условиях применения биологических, особенно микробиологических, методов подавления численности вредных организмов. Биологические методы наиболее эффективны в тех случаях, когда в результате их применения удается вызвать эпизоотию. Однако механизм этого явления часто остается невыясненным, а следовательно, эпизоотии не могут быть надлежащим образом использованы в практических целях. Изучение эпизоотий должно найти место в планах научно-исследовательских учреждений.

Немало вопросов, связанных с техникой изготовления препаратов, с использованием микроорганизмов и тактики их применения, также ждет своего решения. Крайне необходима разработка определения эффективности применения тех или иных биологических методов подавления численности популяций вредных насекомых. Практика показала, что без подобной оценки и определения экономического эффекта часто невозможно обосновать целесообразность разработки тех или иных проблем. Патология насекомых не является в этом отношении исключением. Следует учесть также и то, что разработка методик, особенно общедоступных, определения эффективности тех или иных биологических методов в борьбе с вредными организмами весьма сложна. Приходится согласиться с тем, что она все еще остается одной из заброшенных проблем, тормозящих развитие даже энтомологии в целом.

Мы отметили только отдельные вопросы патологии насекомых и некоторых других членистоногих, ждущие своего решения и успешного применения в народном хозяйстве, медицине и ветеринарии.

ЛИТЕРАТУРА

- Гершензон С. М. 1955. О видовой специфичности вирусов полиэдренной болезни насекомых. Микробиология, т. 24, в. 1.
Евляхова А. А. 1971. Перспективы использования энтомопатогенных грибов в биологической борьбе с вредными насекомыми. Микология и фитопатология, т. 5, № 2.

- Каяюка В. Ю. 1968. Изучение биологических свойств радужного вируса долгоножки. Автореф. канд. дисс. К.
- Красильщик И. М. 1886. О фабричном производстве заразных грибков с целью распространения их у вредных насекомых. Тр. VI энтомол. съезда.
- Мечников И. И. 1879. О болезнях личинок хлебного жука. Зап. имп. об-ва сельского х-ва Южной России. Одесса.
- Строева И. А. 1971. Термостабильный экзотоксин кристаллообразующих бактерий и методы его определения. Бюлл. ВНИИ защиты растений, № 19.
- Тарасевич Л. М. 1971. Энтомопатогенные вирусы и их применение. Усп. микробиол., № 7.
- Тарасов В. В. 1972. Тропические болезни и их профилактика. Изд-во МГУ.
- Шевкунова В. С. 1969. Устойчивость капустной совки (*Varathra brassicae* L.) к бактериальным инфекциям. Изв. СО АН СССР, сер. биол., в. 3, № 15.
- Bücher G. E. 1959. Bacteria of grasshoppers of Western Canada. III. Frequency of occurrence, pathogenicity. J. Insect Pathol. 1.
- Его же. 1960. Potential bacterial pathogens of insects and their characteristics. Ibid., 2.
- Bücher G. E. and Stephens J. M. 1957. A disease of grasshoppers caused by the bacterium *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula. Can. J. Microbiol. 3.
- Их же. 1959. Bacteria of grasshoppers of Western Canada. II. The Pseudomonadaceae, Achromobacteraceae, Micrococcaceae, Brevibacteriaceae, Lactobacillaceae, and less important families. J. Insect Pathol. 1.
- Giran F. 1966. Actian de la «denonucleose» de Lepidopteres sur les mammifires. Entomophaga, 11(4).
- Kudler L., Lysenko O., Hochmut R. 1958. Versuche mit der Anwendung von einigen bakteriellen Suspensionen gegen den Wickler *Cacoecia crataegana*, Hb. Trans. Inst. Conf. Insect Pathology. Praha.
- Lysenko O. 1963. The mechanism of Pathogenicity of *Pseudomonas aeruginosa* (Schroeter) Migula. I—IV. J. Insect Pathol. 5.
- Smith K. M. and Xeros N. 1953. Studies on the cross-transmission of polyhedral viruses. Parasitology. 43.
- Smith K. M., Hills G. J. and Rivers C. F. 1961. Studies on the crossinoculation of the *Tipula* iridescent virus. Virology, v. 13.
- Steinhaus E. A. 1949. Nomenclature and classification of insect viruses. Bacteriological Review. 13.
- Его же. 1959. *Serratia marcescens* Bizio as an insect pathogen. Hilgardia. 28.
- Stephens J. M. 1959. Note on effects of feeding grasshoppers two pathogenic species of bacteria simultaneously. Can. J. Microbiol. 5.
- Weiser J. 1966. Nemoci hmyzu. Naklad. Ceskoslov. Akademie Věd. Praha.