

Ярослав Вейзер

ПАТОЛОГИЯ НАСЕКОМЫХ, ЕЕ НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ

[J. WEISER. INSECT PATHOLOGY, ITS PRESENT AND FUTURE]

К патологии насекомых, как науке, в мировой литературе по прикладной энтомологии обращаются все чаще и чаще. Думаю, что было бы уместным дать краткий обзор современного состояния этой науки и наметить некоторые перспективы ее развития.

Понятие «патология насекомых» в своем классическом смысле включает в себе специальное применение к насекомым сведений патологии — науки об изменениях организма вследствие заболеваний. Она должна точно определить причины, признаки, этиологию и эпизоотологию различных болезней насекомых, в связи с изучением болезненных изменений, причиненных заражением или увечьем организма. К этой главной цели присоединяются исследования общих вопросов микробиологии, паразитологии и градологии, поскольку они имеют отношение к насекомым. Практическим применением патологии насекомых является биологическая борьба с насекомыми, в которой человек использует болезни насекомых в селективной борьбе с ними. С другой стороны, патология насекомых связывается с медицинской и ветеринарной паразитологией и микробиологией, с общей энтомологией и экологией.

Начало патологии насекомых было положено деятельностью Пастера, хотя первое описание грибных болезней насекомых принадлежит еще перу Басси ди Лоди (1835 г.). Пастер — исследователь, исходивший в своих работах из требований практики, создал вокруг себя (1870 г.) при изучении болезней тутового шелкопряда кристаллизационный центр, объединивший ряд работников по патологии насекомых. Один из его самых славных учеников, Илья Ильич Мечников, был к этому особенно подготовлен своими широкими познаниями беспозвоночных, на которых он изучал явления фагоцитоза и воспалительные процессы. По возвращении в Одессу, при изучении болезней хлебного жука *Anisoplia austriaca* Hbst., Мечников (1879 г.) создал центр по изучению патологии насекомых. Его ученик И. М. Красильщик продолжал исследовать болезни насекомых и создал первую лабораторию патологии насекомых и биологической борьбы с насекомыми, которая просуществовала с 1884 г. в течение 25 лет. Заслуги этого выдающегося и оригинального ученого в России, к сожалению, не были достаточно оценены. Красильщик был энтузиаст, который писал статьи, читал лекции и лично убеждал своих современников в возможности и выгодах биологической борьбы с насекомыми. К этому И. М. Красильщик имел, конечно, соответствующие основания; необходимо принять во внимание, что в его время еще не знали употребления инсектицидов. В 1884 г. в Смеле он размножил за 4 месяца 55 кг чистых спор плесени *Metarrhizium anisopliae* и использовал их в смеси с песком и пылью в борьбе с вредителями свеклы в Киевской

губернии. На опытных полях он получил прекрасные результаты. В течение 10—15 дней после опыливания погибло от микозиса 55—80% свекловичного долгоносика (*Bothynoderes punctiventris* Germ.). Красильщик собирался широко распространить полученный им опыт во всей области, опустошаемой свекловичным долгоносиком, но сельскохозяйственный кризис воспрепятствовал проведению его планов в жизнь. В одном из своих писем французскому ученому Жиару (Giard) он описывает конец своих усилий: «Здесь в нашем сахарном промысле настал кризис, вызванный избытком продукции сахарной свеклы. При таких обстоятельствах невозможно было говорить о борьбе с свекловичным долгоносиком». Как было трудно тогда проводить в жизнь новые идеи, которые облегчили бы защиту растений и подняли бы продуктивность почвы. При конце жизни Красильщика изучение патологии насекомых и методов борьбы с ними переходит в ведомственные институты. Этим проблемам особое внимание уделяет В. П. Поспелов. Его работы, особенно написанные на склоне лет, посвящаются почти исключительно этим вопросам. Со смертью Поспелова исчезает организующий центр работ по патологии насекомых, не говоря уже о дальнейшем изучении этой дисциплины на новых основаниях. Это констатирует и постановление объединенного Пленума секций шелководства и пчеловодства, ветеринарии и защиты растений ВАСХНИЛ в декабре 1954 г., причем в этом постановлении высказываются пожелания, исполнение которых должно развивать эту важную отрасль науки. Интересующимися патологией насекомых соответствующие информационные материалы могут быть почерпнуты, кроме небольшой главы в книге Рубцова, в более обстоятельной книге А. А. Евлаховой и О. И. Швецовой (1953 г.) и в русских переводах книг Э. А. Штейнгауза «Микробиология насекомых» и «Патология насекомых». За рубежом России патология насекомых развивалась значительно интенсивнее и шире.

Работы, подобные работам Красильщика по использованию грибов в борьбе с насекомыми, проводились Сновом (1890 г.) и Форбсом (1895—1896 гг.) в Соединенных Штатах Северной Америки. В первый период исследовательской работы главное внимание было обращено на плесени. Изменению тематики способствовало открытие (1911 г.) известного участника работ по бактериофагу д'Эрелля, который при эпизоотии саранчи на полуострове Юкатан выделил коккобацилл *Coccobacillus acridiorum* и после размножения культуры применил ее с большим успехом в борьбе с массовым размножением саранчи в Гватемале и в других местах. В связи с этим интерес исследователей обратился к бактериям. В этом новом направлении исследований первенство принадлежит двум сотрудникам Института Пастера в Париже — С. Метальникову и А. Пейо (A. Paillot). Метальников всю свою жизнь посвятил изучению иммунитета у насекомых и применению бактерий для борьбы с ними. Им изучался микроб, известный ныне под названием *Bacillus cereus* var. *thuringiensis*, штаммы которого Метальников применял во многих странах в борьбе с разными вредителями, главным образом со стеблевым (кукурузным) мотыльком и многими вредителями хлопчатника. Эти работы возбудили во многих странах широкий интерес к биологической борьбе с насекомыми; в Югославии такие работы велись Хориным и Хуше, а в Венгрии Котланом; эти исследователи многие годы посвятили изучению патологии насекомых. Пейо специально изучал южнофранцузскую фауну; его перу, кроме описания различных болезней, принадлежит довольно хорошая по тому времени работа «Инфекции у насекомых» (1933 г.), обобщающая взгляды на болезни насекомых в своеобразном освещении этого типичного француза. Аналогией французской группе была американская группа, которая разрабатывала вопросы патологии насекомых в постепенно создающихся

лабораториях для решения актуальных проблем земледелия при Департаменте земледелия. Из американских патологов насекомых прежде всего необходимо упомянуть Уайта (G. F. White) и Глезера (R. W. Glaser). Эти исследователи значительно продвинули вперед наши знания по болезням насекомых и дали патологии насекомых экономические основания. Имя Уайта связано с работами по бактериологии насекомых, особенно пчелы и некоторых существенных вредителей земледелия. Глезер приложил большие усилия к делу изучения вирусных заболеваний насекомых, болезней, причиняемых червями, и методов их искусственного разведения. Одновременно можно отметить повышенный интерес к болезням насекомых и в других странах. Одним из таких центров была Германия, где в школах Эшериха (Escherich) и Цвёльфера (Zwölfer) исследовались вопросы борьбы с важнейшими вредителями лесов. В Чехословакии работы Ю. Комарка и В. Брейндла по полиэдрической болезни монашенки явились основой дальнейших исследований по полиэдриии вообще; их продолжатель О. Ировец обратил особое внимание также на простейших у насекомых. Приблизительно одновременно и в Канаде начинают изучать патологию насекомых, обращая внимание главным образом на заболевания вредителей леса.

Является интересным тот факт, что, несмотря на трудности изучения, патология насекомых возбуждала постоянное к себе внимание. Поскольку это понятно для времени, когда еще не употреблялись наружные яды, постольку это менее понятно для времени широкого применения хлористых углеводов, пиретринов и органических соединений фосфора. А как раз после Второй мировой войны начинается наиболее интенсивное развитие патологии насекомых.

Впереди всех в этом вопросе идет Америка, где возникает целый ряд специальных лабораторий по изучению патологии насекомых. В Соединенных Штатах Северной Америки это прежде всего лаборатория патологии насекомых университета в Беркли, во главе которой стоит проф. Штейнхауз (E. A. Steinhäus); в этой лаборатории, которая более других имеет заслуг в развитии патологии насекомых, практически работают с плеснями, бактериями, вирусами и с простейшими у насекомых. Кроме того, в США имеется большая лаборатория Департамента земледелия в Белтсвилле (Мэриленд), занимающаяся практическим применением болезней насекомых, преимущественно бактерий и червей, в борьбе с японским жуком *Popillia japonica* Newm. (Dutky с сотрудниками), и ряд областных лабораторий, например микологическая лаборатория в Лэйк Альфредо Флориде (Fisher), и Институт в Нью-Хевене в Коннектикуте (Beard). Соседняя Канада организовала целый комбинат лабораторий патологии насекомых, исследующих главным образом болезни вредителей леса. Самая большая лаборатория находится в Солт Сент Мэри; в ней проводятся работы по микологии, вирусологии, бактериологии и протозоологии насекомых (Cameron, Bergold, Bird). Центры исследовательской работы по патологии насекомых находятся также в Кингстоне, Бельвилле и в других городах. Соединенные Штаты Америки и Канада ввезли уже целый ряд болезней и паразитов из Европы для борьбы с завезенными к ним вредителями. В Средней же и Южной Америке нет специальных лабораторий по патологии насекомых.

В Западной Европе также развита широкая сеть специализированных лабораторий, работающих по патологии насекомых. Англия раньше не имела подобных лабораторий. В настоящее же время она имеет хорошо поставленную вирусологическую лабораторию при Институте Монтено в Кембридже (Smith, Xeros), а кроме того, пользуется услугами Института по биологическому методу борьбы с вредителями Британского Содружества Наций, центр которого находится в Канаде, а сеть лаборато-

рий в целом ряде стран — в Швейцарии, в Западной Германии и в других странах. Во Франции работают две лаборатории: лаборатория при Институте Пастера в Париже (Toumanoff), изучающая вопросы микробиологии, и лаборатории Национального центра агрономических исследований в Але и Версале (Vago). В Западной Германии организована лаборатория патологии насекомых в Дармштадте (Franz, Krieg), работающая с плеснями, вирусами, бактериями и простейшими. В Италии изучение патологии насекомых входит в программу деятельности шелководческих станций в Падуе (Masera), Риме и во Флоренции. В Швейцарии, в Цюрихе, имеется лаборатория, изучающая преимущественно вирусные заболевания лесных вредителей. Кроме того, в Западной Европе находится ряд учреждений, в которых также изучается патология насекомых.

Народно-демократические государства еще недавно имели только одну лабораторию, в которой изучалась патология насекомых, а именно при Биологическом институте Чехословацкой Академии наук в Праге. Эта лаборатория занимается исследованием микозов, бактериальных заболеваний, вирусов, простейших, червей и клещей. В последнее время организована аналогичная лаборатория в Белграде.

В Советском Союзе, во Всесоюзном институте защиты растений в Ленинграде имеется лаборатория патологии насекомых (Евлахова, Швецова), где изучаются вирусные и грибные (плесневые) болезни. Кроме того, в СССР работают небольшие центры по патологии насекомых в Иркутске (Талалаев), в Воронеже, Ташкенте, Киеве и в других местах (при институтах шелководства и пчеловодства). Однако в Восточной Европе обращает на себя внимание редкое размещение центров по изучению патологии насекомых.

На остальной территории земного шара, кроме отдельных лиц, мы можем назвать лишь немного специализированных лабораторий по патологии насекомых: при университете в Кюсю в Японии (Jamafuji), в Гополулу на Гавайских островах (Tanada) и в Аделаиде в Австралии. Много работ проводится сетью пчеловодческих станций, которых мы здесь перечислять не будем.

В 1945 г. практически не было еще ни одной из перечисленных лабораторий. Их возникновение в странах, где доходность каждого капиталовложения учитывается весьма основательно, указывает на то, что они в общественном хозяйстве имеют большое значение.

Какие же задачи должна решать патология насекомых? Попытаемся ответить на этот вопрос рассмотрением программ, составленной для лаборатории патологии насекомых Биологического института Чехословацкой Академии наук. Первоочередные задачи патологии насекомых, по нашему мнению, следующие:

- 1) дать описание возбудителей болезней, поражающих насекомых и причиняющих болезненные изменения, отражающиеся на их поведении и вызывающие их гибель;

- 2) на основании познания данной инфекции насекомых, ее течения и продлевания в биоценозе, помочь уточнить, с одной стороны, прогноз развития популяций насекомых в целях предвидения массовых размножений и установления времени проведения соответствующих мероприятий, а с другой, — степень влияния на биоценоз биологических и химических мер борьбы;

- 3) дать возможность искусственными мероприятиями биологическим путем интродуцировать новые инфекции насекомых из иных стран, расширить их ареалы и усилить степень насыщения туземными возбудителями болезней недостаточно насыщенные ими очаги;

- 4) познанием передвижения микроорганизмов и перехода из популяции в популяцию насекомых и в биоценозе дать материал для оценки

значения отдельных элементов биоценоза при переносе насекомыми болезней человека и животных;

5) использовать приобретенные сведения при защите полезных насекомых, особенно шелкопряда, пчелы и других опылителей растений, а также энтомофагов и хищников.

Что в общих чертах содержат отдельные элементы этой программы?

Описание возбудителей болезни. Содержание этого пункта ясно. В каждой науке, если мы хотим подняться над уровнем наших знаний, мы должны, прежде всего, собрать фактический материал; только на основании такого материала мы имеем право делать теоретические предположения, давать объяснения и делать попытки подчинить себе явление. Хотя много уже сделано в деле изучения паразитов насекомых, но все-таки наши современные сведения еще очень не полны. Пока наиболее подробно изучены плесени (грибные заболевания) у насекомых, потому что, с одной стороны, видов их немного, а с другой — патология насекомых долгое время только их и изучала. Несмотря на это еще и теперь не выяснены некоторые вопросы: вирулентность плесеней и сопротивляемость хозяина, вопрос удержания и инфекции некоторых плесеней в природе, размножение которых на искусственных средах до сих пор не удавалось, и ряд дальнейших вопросов. У бактерий из насекомых мы встречаемся с целым рядом названий и описаний, но большинство из этих названий мы не можем включить в современную систему, потому что описания их не полны, а штаммы не сохранились. Кроме того, практически ничего мы не знаем о частоте нахождения отдельных бактерий у различных хозяев, о составе микрофлоры кишечника их хозяев и отношении микрофлоры к возникновению патологических процессов.

Также недостаточны наши знания о круговороте микроорганизмов между видами одного биоценоза, о влиянии пищи и климата, об основах экспериментальной эпизоотологии. Необходимо еще подчеркнуть, что современные взгляды на процессы иммунитета у насекомых в большинстве случаев неправильны, так как они основаны на неправильной аналогии с теплокровными организмами.

Вирусология насекомых образует особый раздел. Мы встречаемся здесь, с одной стороны, с вирусами, присущими только насекомым, полиэдрическими заболеваниями и гранулезами, а с другой стороны, с вирусами, переносимыми насекомыми. Полиэдрия является особенно подходящим объектом для изучения закономерностей развития вирусов и их влияния на ткани хозяина вследствие того, что вирус образует на определенной стадии развития видимые аггломераты, окутанные белковой массой. Вирусы позвоночных животных, переносимые насекомыми, требуют интенсивного изучения и со стороны их отношения к насекомому, как хозяину, и изучения их распространения в биоценозе и у видов, непосредственно не участвующих при переносе на позвоночных. Что же касается простейших, то в этой группе заболеваний насекомых мы можем ожидать в будущем большое количество новых интересных данных. Имеющиеся до сих пор материалы показывают, что практически почти каждый вид насекомого имеет по меньшей мере одного своего собственного простейшего. Результаты изучения, таким образом, зависят от его интенсивности изучения. Само собой разумеется, что здесь мы приобретаем наряду с познанием систематических единиц много сведений о простейших вообще, об их отношении к хозяину и к среде.

О многоклеточных паразитах насекомых мы знаем также не многим больше. Так, большая группа нематод у насекомых известна очень несовершенно; также недостаточно изучены клещи как враги насекомых. Мы находим в большинстве случаев довольно слабые старые описания

взрослых стадий, причем о стадиях развития, о патологическом действии на насекомых и круговороте в биоценозе практически ничего не знаем.

Только возможно полное знание болезней насекомых в ареале данной климатической области может дать нам достаточный материал для оценки их значения и для практического их использования.

Прогноз развития популяций насекомых на основании знания частоты появления и вирулентности болезней насекомых в данной популяции в настоящее время, как мы полагаем, является более конкретным и для практики более ценным, чем активное вмешательство в жизнь биоценоза. Именно такой прогноз дает основание для оценки развития популяций насекомых, дает возможность предвидеть массовые размножения популяций и их затухание. Как раз потому, что в прошлом исследователи задавались целью активного вмешательства по отношению к вредителю, не зная отношения данной болезни к среде, они не могли прийти к воспроизводимым результатам. Не зная закономерностей развития данной инфекции в популяции, не зная процента смертности и влияния абиотических факторов на развитие инфекции, нельзя было выбрать средства уничтожения вредителя, в особенности без знания круговорота, по которому инфекция переходит от одного хозяина к другому. Достигались таким образом воздействия, которые сегодня имеют инсектициды (живые инсектициды). Самым важным в прогнозе являются непрерывные и долгие наблюдения популяций насекомых без воздействия на них со стороны человека. Для патологов насекомых очень невыгодным является то, что большинство энтомологов не имело и не имеет самых элементарных знаний патологии насекомых и засчитывает в разряд естественной смертности вредителей или воздействия абиотических факторов большинство нераспознанных инфекций.

В силу этого патология насекомых, с одной стороны, лишена более старых данных, а с другой стороны, новейшие данные специалистов являются часто ошибочными, так как они не учитывают важного фактора — инфекции, почему их нельзя точно проконтролировать. Сама патология насекомых не обращала надлежащего внимания на фактор времени при исследовании болезней; этот недостаток мы стремимся устранить в нашей работе. Старые данные о массовых размножениях монашенки и других вредителей, сильно повреждающих растения, указывают, что массовое размножение всегда заканчивается полиэдрией и полной гибелью вредителя и что нарастание его численности обычно тянется целый ряд лет (например, 11-летний цикл). Основываясь на знании частоты болезни и ее усиления в данной местности, основываясь на анализе смертности в популяции вредителя, можно предвидеть и определить время массового размножения и развития болезни, в связи с чем можно, с одной стороны, воздержаться от химического вмешательства, которое может только задержать развитие болезни, а с другой — увеличением инфекции в критических узлах вызвать, ускорить развитие панзоотии, которая приостановит массовое размножение вредителя еще до наступления тяжелых экономических последствий. Применение инсектицидов в биоценозе можно сравнить с употреблением человеком наркотических средств: наступает резистенция, в силу чего необходимо наркотики употреблять постоянно и увеличивать их дозы; размножаются резистентные вредители еще в большей степени, так как естественные враги (энтомофаги) уничтожены; наступает интоксикация организма и к тому же остаются постоянные расходы на инсектициды.

Из нашего, сравнительно короткого опыта могу привести несколько примеров возможности применения прогноза.

С 1945 г. у нас неоднократно появлялся на сахарной свекле, причем всё в большем количестве, большой люцерновый слоник *Otiorrhynchus*

ligustici L., размножение которого достигло максимума в 1949 г. При исследовании выяснилось, что большой процент жуков заражен микроспоридией *Nosema otiorrhynchi*, поражающей целый ряд органов жука, вызывающей его преждевременную гибель и, кроме того, почти удесятельную чувствительность к ДДТ. С постепенным усилением инфекции численность слоника уменьшалась, популяции его становились более редкими, а вред упал до степени экономически неощутимого. Заражение микроспоридией, которая переносится в яйце на личинку, может считаться причиной постепенного снижения количества вредителя.

В другом случае подобное явление наблюдалось во временном складе земляных орехов, где в открытых сараях они были сложены в мешках, один на другой, высотой до 13 м. На них появилась *Plodia interpunctella* Нб.; выделяемые ею шелковые нити покрыли бумагообразным сплошным покровом, толщиной до 1.5 см, все штабели. В открытом сарае применить метод фумигации не было возможности; единственно возможно было разобрать штабели мешков, очистить орехи продуванием и снова сложить в чистые мешки. Но эта была слишком дорогостоящая операция. При исследовании популяции было установлено, что 45% гусениц заражено схизогрегариной *Mattesia dispar*. Было решено со складом ничего не предпринимать. Во второй (летней) генерации вылупилось огромное количество гусениц, но на них инфекция повлиять так быстро, что в третьей стадии наступила массовая гибель гусениц. Бумагообразный покров из шелковых нитей на мешках был усеян погибающими и погибшими гусеницами, лежащими в несколько слоев. Так закончилась инфекция. Зимой штабели были разобраны; при обработке орехов было установлено, что, несмотря на сильное покрытие тюков шелковыми нитями, потери были незначительные.

Подобный же случай наблюдался с 1953 г., когда в низменной части Чехии очень сильно размножилась на сахарной свекле совка-гамма, и была опасность больших повреждений. Однако у старших гусениц первой генерации было обнаружено массовое заражение плесенью *Entomophthora virescens*. Вторая генерация имела уже такие потери, что для сахарной свеклы она почти не представляла опасности.

Другой энтомофитный грибок поразил в 1955 г. тлю на сахарной свекле. Против массово размножившихся тлей были применены инсектициды. При контроле на месте было установлено, что практически все тли погибли от заражения *Bauveria* еще до опыливания и что не было необходимости применять инсектициды.

Эти несколько примеров из большого числа более сложных указывают, как знание состояния здоровья вредителя помогает решать вопросы принятия необходимых против них мер и сберегать средства.

Склад и возделываемое поле, конечно, являются сравнительно кратковременными биотопами по сравнению с лесами, садами и лугами. Только в этих последних биотопах мы можем исследовать отдельные факторы естественного регулирования популяций развития вредителей в течение многих лет. К подобным наблюдениям мы уже приступили.

Искусственное вмешательство инфицированием в популяции насекомых требует тщательного предварительного исследования. Такое вмешательство может быть двух типов. С одной стороны, мы различаем однократное вмешательство, которым стараемся ликвидировать одну генерацию или генерации, следующие друг за другом в течение лишь одного года, причем на генерации последующего года инфекция не распространяется, так как инфекция в биотопе в большинстве случаев не удерживается или все зараженные особи погибают, в связи с чем инфекция также ликвидируется. Другим видом вмешательства является длительно повторяющееся вмешательство, которым вносим в биоценоз по-

вую инфекцию, которая в нем укореняется, регулируя в дальнейшем нормальную ежегодную популяцию, как только количество вредителя возрастает выше определенных величин.

Однократное вмешательство в популяцию насекомых путем применения инфекций в настоящее время не представляет трудностей; такое вмешательство применялось с успехом во многих случаях. В отношении плесени можно использовать выгоды легкого размножения обычных видов-полифагов, в большом количестве приготовить споры и опыливать площади. При внесении достаточного количества спор плесеней в соответствующее (влажное) время, результаты вмешательства почти всегда гарантированы. Неуспех бывает лишь при слишком сухой погоде или при слабой дозировке. В некоторых случаях имеется опасность, что естественные враги вредителя окажутся более чувствительными к плесени, чем сам вредитель, и что своим вмешательством мы можем снизить их положительную роль в борьбе с вредителем. Опыты, приведенные в Чехословакии, показали возможность использования спор плесеней для успешного уничтожения колорадского жука, свекловичной моли, а также оранжевых червецов (Kral, 1954 г.; Samsinakova, 1955 г.). Применяя бактерии, можно достичь стандартных результатов по целому ряду видов; их обыкновенно достигают при применении *Bacillus popilliae*, которого используют против *Popillia japonica* Newm. в Соединенных Штатах Северной Америки, и *Bacillus thuringiensis*. В некоторых случаях результат зависит прежде всего от того, насколько интенсивно образуются споры соответствующим штаммом. Ввиду того что имеет значение вирулентность микроба, дозировка и сопротивляемость насекомого, вмешательство необходимо проводить осторожно и обдуманно. Можно надеяться, что будущее принесет нам химические соединения, которые подготовят кишечник насекомого к превращению его собственных бактерий в патологические штаммы.

Вирусы проявляются более сложно, чем плесени и бактерии. Вместе с инфекциями, вызываемыми заражением соответствующим количеством полиздров и действующими кратковременно, мы встречаем также латентные заражения, которые продолжают действие мероприятия и в последующие годы и дают возможность в определенной фазе ликвидировать целые популяции, несмотря на их густоту. Мы можем указать на работу с вирусами Штейнгауза на *Colias philodice eurytheme* (1950 г.) или Бирда на *Neodiprion sertifer* Geoffr. (1953 г.), которые подтверждают возможность использования вирусов в успешной биологической борьбе.

С простейшими одноклеточными мы в последние годы достигли положительных результатов при их применении в одной генерации. Позитивны были также результаты при передаче инфекции с осенней зимующей генерации на первое поколение следующего года. Так как опыты производились с инфекционным материалом, невыделенным из помета, то нельзя было предполагать многолетних результатов (Вейзер, Вебер, 1955 г., 1956 г.). Из многоклеточных организмов с хорошим результатом была применена в США нематода *Neoaplectana glaseri*, размноженная в культурах в лаборатории против японского жука.

В многолетних опытах были испытаны представители ряда групп. Выяснилось, что концентрация грибов падает до неощутимого предела, если не настанут соответствующие благоприятные условия. Это подтверждают опыты Hergula (1930, 1931 гг.) с *Metarrhizium* на *Pyrausta nubilalis* Hb. и ряд дальнейших работ. Бактерии в многолетних применениях не оправдали возлагаемых на них надежд; у *Bacillus thuringiensis* настанет во второй генерации такое ослабление активности, что она не достигает порога воздействия. Исключением является *Bacillus popilliae*, потому что она остается в почве в погибших личинках в таких скопле-

ниях, которые при их поедании насекомым достигают порога воздействия. Исключениями являются и случаи с хищными насекомыми и канибалами, когда при поедании ими большого насекомого хищник вместе с пищей принимает в себя и чистую культуру микроба (случай с *Socobacillus acridiorum*). Подобна *Bacillus popilliae* и локально распространенная по всей Европе инфекция личинок майских хрущей *Rickettsia melolonthae* (Лоршская болезнь), активно распространяющаяся и остающаяся в новых зараженных очагах.

Все болезни насекомых встречаются очагами. Если в определенных больших или меньших районах популяция бывает сильно заражена, то поблизости мы встречаем только одиночные случаи заражения или вполне здоровую популяцию. В определенных случаях можно говорить об аналогии с природными очагами, когда вновь завезенный культурный вид (тутовый, дубовый шелкопряды) встречается в области завоза с инфекциями, которые здесь распространены на близких ему или отдаленных видах и на него переходят. Подобное имеет место и у завезенных вредителей. Так, наши исследования последних лет показали, что американская белая бабочка *Huphantria cunea* Drury, завезенная из Америки без болезней, приобрела у нас ряд паразитов и болезней, которых в Америке она не имела. Эта бабочка приобрела у нас микроспоридию *Thelohania huphanthiae*, которой у нас болеют златогузки и кольчатый шелкопряд; приобрела также *Nosema musculonis*, нормально у нас встречающуюся у *Lymantria dispar* L., а также *Nosema minor* от *Euproctis chrysorrhoea* F. Однако до сих пор она еще не заразилась ни полиэдрическим вирусом, ни специфической плесенью, ни бактериями. В таких случаях необходимо использовать правила и закономерности, установленные Е. Н. Павловским для природных очагов заражения человека. Задачей биологической борьбы с насекомыми является выяснение закономерностей распространения установленных очагов в целях изменения их характера и величины под влиянием внешних воздействий.

Другим способом биологической борьбы с насекомыми является внесение определенной болезни. Ввозят болезни для борьбы с завезенным вредителем, что уже было использовано в нескольких случаях. Одним из самых наглядных примеров является пилильщик *Gilpinia hercyniae* Hart. Этот пилильщик был завезен в Канаду и распространился там в еловых лесах восточной части страны, нанося огромный вред. В средней же Европе, в Чехословакии и в Германии, он встречается обычно, образуя более или менее уравновешенный биоценоз со своими врагами и болезнями. В широко поставленных работах канадская экспедиция в 1936—1938 гг. выявила и собрала в Чехословакии и соседних государствах различных паразитов этого пилильщика. Согласно правительственному сообщению, было выпущено в пораженных лесах Канады более 392 000 000 экземпляров паразитов. Кроме того, в самой Канаде было выявлено 15 видов энтомофагов — врагов этого вредителя, которые совсем не оправдали возлагавшихся на них надежд. При указанных сборах паразитов в 1936—1938 гг. в Чехословакии энтомолог д-р Колубаев наблюдал появление у *G. hercyniae* Hart. полиэдри. Заведующий сборами энтомофагов не считал необходимым изменять программу работ и на заболелание не обратил внимания. Вследствие же того, что энтомофаги посылались в Канаду в гусеницах, в которые они отложили яйца, в Канаду были доставлены больные полиэдрией гусеницы. Последствия этого были таковы, что Balch в 1941 г. сообщил о появлении в Канаде у *Gilpinia hercyniae* Hart. неизвестной полиэдри. В следующих своих сообщениях он указывал на всё прогрессирующее уменьшение количества вредителя. После войны собирание энтомофагов в средней Европе не было возобновлено, так как полиэдриа уничтожила в Канаде пилильщика как вредителя.

Нельзя привести лучшего примера для доказательства того, как основательно необходимо изучать роль отдельных инфекций в смертности и в естественном регулировании популяций и насколько успешным может быть введение новых инфекций.

Для познания круговорота микроорганизмов в биоценозе было сделано до сих пор очень мало. Известен до некоторой степени только круговорот возбудителей болезней человека и животных благодаря учению Е. Н. Павловского о природных очагах инфекций. Но и здесь еще необходимо провести много исследований для того, чтобы сведения, собранные скорее статистическим путем и путем наблюдений частоты нахождения различных переносчиков на хозяевах, были подтверждены доказательствами перенесения патологических и непатологических микробов и тем было бы доказано, что ряд данных о перенесении инфекций не является делом случая. Также недостаточно исследовано отношение гнездового паразитоценоза к передаче микробов у видов, отдельные стадии которых питаются разной пищей (блохи, комары, мухи, москиты и др.). Также мало мы знаем о смертности паразитов у человека и о ее причинах. В биоценозах необходимо точно определять специфическую микрофлору и микрофауну отдельных видов и групп организмов.

Оказывается, что подобие в пище часто сказывается сильнее систематического родства хозяев и что большинство насекомых характеризуется своей микрофлорой, отдельные члены которой, переходя с одного хозяина на другого, образуют связи и дают возможность проследить их взаимоотношения. Нигде так хорошо, как у насекомых, нельзя разработать методы и теорию экспериментальной эпизоотологии, так как содержание сотен и тысяч особей в разных направленных условиях не представляет затруднений. К сожалению, всюду энтомопатологический аспект является все еще необычным, хотя только он ведет к решению ряда эпидемиологических вопросов.

При изучении основ патологии и эпизоотологии насекомых необходимо приступить к решению вопроса о борьбе с болезнями полезных насекомых. Здесь имеются в виду прежде всего болезни шелкопряда и пчелы, но нужно считаться также и с болезнями других полезных насекомых — опылителей растений, с болезнями энтомофагов и хищников, от деятельности которых зависит, с одной стороны, урожай, а с другой — успешное регулирование популяции насекомых. У шелкопряда, биотоп и пищу которого шелковод определяет и контролирует сам, борьба с болезнями не так трудна, как у пчелы, питающейся самостоятельно. Пчела встречается с инфекцией в природе во многих точках, трудно контролируемых. Поэтому в борьбе с болезнями пчелы необходимо вести работу в двух направлениях: создать действительные терапевтические и антисептические препараты, которые могут уничтожить данную инфекцию в организме насекомого и в улье, и найти и как можно подробнее исследовать место перенесения инфекций пчелы и их промежуточных хозяев. Только потом, путем объединения лечения с профилактическими мероприятиями, возможно будет получить более надежные результаты.

Из вышеприведенного изложения тематики по патологии насекомых, очень длинного для незаинтересованного читателя и очень неполного для работающего в этой области, можно сделать тот вывод, что патология насекомых имеет уже немало успехов, которые дают право верить в ее применение в будущем с полным успехом. Чем скорее начнем и чем интенсивнее будем работать в области патологии насекомых, тем скорее наступит это будущее. Непосредственную практическую пользу приносят работы по основному исследованию и прогнозу. Для полного развития и других отделов, которые мы считаем не менее важными, необходимо планомерно развивать изучение патологии насекомых при международном

сотрудничестве. Один центр изучения патологии насекомых в средней Европе с расчлененной поверхностью может контролировать район в 500 км². В районе же с однообразной поверхностью контролирование можно расширить на районы в 1000 и больше км². В задачу каждого центра должно входить ознакомление с обычными вредителями своего района и их болезнями. Методика работы каждого центра должна быть на высоте современной науки; достичь этого возможно постоянным обменом опыта между центрами. Коллективы будут создаваться в зависимости от местных нужд, но в основном так, чтобы в него входили миколог, бактериолог, вирусолог, протозоолог и один или несколько сотрудников для разрешения специальных проблем. Идеальным было бы, если наряду с такой лабораторией были бы созданы лаборатория по изучению хищников и энтомофагов и лаборатория по изучению инсектицидов. Международное же сотрудничество должно быть осуществлено взаимным обучением, совместным решением важных задач завоза и расширения ареалов инфекций важнейших вредителей. Для этой цели будет необходимо объединять лаборатории патологии насекомых, главным образом по зоогеографическому сходству областей (этим не отрицается возможность применения в борьбе с вредителями в областях умеренного климата возбудителей болезней, выделенных в тропиках, и наоборот). Только при условии тесного сотрудничества широкой сети лабораторий патологии насекомых на изложенных выше основах возможно ожидать успешного разрешения вопросов биологической борьбы с насекомыми в ближайшее время. Это сотрудничество, несомненно, пойдет в ногу с развитием прикладной медицинской и сельскохозяйственной энтомологии, освободится от своей узкой политическо-территориальной точки зрения и станет на точку зрения экологии и зоогеографии. Советский Союз и страны народной демократии, надо надеяться, будут при этом иметь все средства, которыми владеет наука.

Лаборатория патологии насекомых
Биологического института
Чехословацкой Академии наук,
Прага.
