

УДК 593.195+576.8.095.1

© 1991

ВЛИЯНИЕ СМЕНЫ НАСЕКОМЫХ-ХОЗЯЕВ НА ПАТОГЕННОСТЬ И СПОРООБРАЗОВАНИЕ МИКРОСПОРИДИЙ

Е. Н. Кольчевская, И. В. Исси

Изучено влияние последовательных пассажей через неспецифического, относительно устойчивого хозяина — большую пчелиную огневку *Galleria mellonella* на вирулентность и образование спор микроспоридии *Vairimorpha antheraeae*. Установлено изменение свойств паразита в отношении нового и исходного насекомого-хозяина.

Перспектива использования микроспоридий в целях биологической защиты сельскохозяйственных культур от вредных видов насекомых делает необходимым изучение изменчивости их свойств под влиянием факторов среды первого и второго порядков. Это относится и к изменениям показателей вирулентности, и к интенсивности спорообразования при массовом разведении микроспоридий на живых насекомых лабораторных популяций. Вследствие того что основной хозяин микроспоридии (насекомое-мишень) не всегда удобен для разведения на нем простейших,¹ возникает необходимость подбора для этих целей других насекомых. При этом, как правило, специальных исследований по изменениям свойств микроспоридий после пассирования через неспецифических хозяев, восприимчивых или слабовосприимчивых к данному виду простейшего, не ведется.

В то же время по отдельным данным, приведенным в публикациях, можно судить о том, что скорость развития, интенсивность размножения, даже тканевая локализация микроспоридий изменяются в зависимости от вида насекомого, в котором происходит развитие паразита, а также от его кормового субстрата и температуры окружающей среды (Исси, 1986). Опубликованы данные по изменениям патогенности и интенсивности спорообразования микроспоридий при увеличении числа пассажей через насекомое-хозяина или при переходе их на неспецифического хозяина (Hazard, Lofgren, 1971; Smirnof, 1971; Hostounsky, 1978; Henry e. a., 1979; Higby e. a., 1979).

Основной целью наших исследований стала оценка влияния пассирования микроспоридий *V. antheraeae* через неспецифического хозяина на ее вирулентные свойства как в отношении нового, так и исходного насекомых-хозяев. Кроме того, попутно решался вопрос о возможности замены совок, используемых для разведения на них микроспоридий, на большую пчелиную огневку *Galleria mellonella*, легко культивируемую в лаборатории и свободную от латентной вирусной инфекции.

¹ Мало пригодны для разведения на них микроспоридий насекомые, имеющие малые размеры, моновольтинные, носители латентных вирусных инфекций и т. п.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Микроспоридия *V. antheraeae*, выделенная из китайского дубового шелкопряда *Antheraea pernyi*, высокопатогенна в отношении многих чешуекрылых — серьезных вредителей сельскохозяйственных культур (Симчук, Лысенко, 1982). Разработаны основные положения ее лабораторного разведения на гусеницах капустной совки *Varathra brassicae* с целью массового получения спор — основы микроспорициального биопрепарата (Елфимова, 1985). Показана высокая эффективность применения этой микроспоридии против совок в полевых условиях (Ефименко, Исси, 1987).

В качестве неспецифического хозяина использовали большую пчелиную огневку, восприимчивую к *V. antheraeae* и легко культивируемую в лаборатории на стандартной полусинтетической среде. Исходный изолят *V. antheraeae*, в течение нескольких лет выращиваемый на гусеницах капустной совки, был 6-кратно пассирован нами через пчелиную огневку. В результате получено несколько изолятов паразита, оцененных затем по показателям вирулентности и продуктивности в отношении этого хозяина.

Вирулентность каждого изолята оценивали по величинам среднелетальных доз (LD_{50}), определяемых методом пробит (Ашмарин, Воробьев, 1962) по результатам заражения насекомых возрастающими грациями доз микроспориций от 10^5 до 10^9 спор/гус. Гибель насекомых учитывали на 30-е сутки после заражения.

Гусениц огневки предпоследнего возраста с массой тела 40—50 мг индивидуально заражали путем скармливания небольших порций среды с заданным количеством спор микроспориций. После полного поедания зараженного корма насекомых помещали в пенициллиновые флакончики, давая им стерильную среду. Насекомых содержали при температуре 26—28° в темноте.

Продуктивность полученных изолятов оценивали по количеству спор, образовавшихся в среднем в одной гусенице после заражения одинаковой дозой спор 5×10^7 спор/гус. (Raun e. a., 1960).

В экспериментах по заражению исходного хозяина — капустной совки использованы изоляты *V. antheraeae*, полученные в результате 1- и 3-кратного пассирования через пчелиную огневку (1 и 3), а также изолят, выделенный из гусениц капустной совки лабораторной популяции (0). Патогенность изолятов микроспоридии в отношении совки оценивали по смертности (%) насекомых, зараженных одинаковой дозой — 10^4 спор/гус., и по сухой массе тела погибших от инвазии гусениц, служащей критерием степени воздействия паразитов на физиологическое состояние насекомых.

В разных повторностях опыта использовали гусениц совки V возраста: либо весенней генерации (март), выращенных на искусственной питательной среде (ИПС) (Кустова, 1982), либо гусениц летней (июль), а также осенней (сентябрь) генераций, питавшихся листьями одуванчика. Заражали насекомых индивидуально, скармливая порции ИПС с заданным количеством спор микроспориций. После полного поедания зараженного корма насекомых переносили на чистую ИПС или на листья одуванчика. Гусениц содержали индивидуально в энтомологических пробирках при температуре 24—26° и освещении 18 ч. Гибель учитывали на 20-е сутки после заражения. Опыты проводили в 3-кратной повторности с 10 насекомыми в каждой.

Погибших от микроспорициоза гусениц высушивали при комнатной температуре до постоянного веса и взвешивали на торсионных весах с точностью до десятой доли мг. Достоверность различий определяли с помощью критерия Стьюдента (Урбах, 1964).

Для оценки распределения данных по интенсивности размножения изолятов микроспоридии (количество спор в 1 мг сухой массы гусениц) применен метод квантилей для малых выборок (Сергеев и др., 1972).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

I. Изменения патогенности и интенсивности размножения *V. antheraeae* при развитии на неспецифическом насекомом-хозяине.

Данные по изменениям величины среднелетальной дозы спор *V. antheraeae* в процессе адаптации к пчелиной огневке представлены в табл. 1, где изоляты 1—5, пассированные через огневку 1—5 раз, сравниваются по показателям с исходным изолятом (0), полученным от совок.

Из данных табл. 1 видно, что патогенность *V. antheraeae* меняется в процессе адаптации к новому хозяину. Следует отметить первоначальное постепенное ее снижение у 1-го ($\lg LD_{50}=8.5\pm 0.4$) и 2-го ($\lg LD_{50}>9$) изолятов относительно исходного уровня патогенности совочного изолята. После 3-го пассажа наблюдается резкое повышение ($\lg LD_{50}=7.2\pm 0.2$), а затем вновь постепенное снижение патогенности после 4-го ($\lg LD_{50}=8.6\pm 0.4$) и 5-го пассажей ($\lg LD_{50}>9$). Аналогичная картина изменения вирулентных свойств микроспоридий относительно исходного уровня при пассировании через пчелиную огневку наблюдалась нами также у другого вида микроспоридии *V. heterosporum* (Кольчевская, 1987).

Данные по продуктивности спорообразования совочного и пассированных через огневку изолятов представлены в табл. 2.

Как видно из представленных данных, количество спор, образующихся в одном насекомом, значительно колеблется в зависимости от числа пассажей через огневку. Так, после первого пассажа через неспецифического хозяина среднее количество спор, образующихся в одной гусенице, снижалось в 3.7 раза относительно уровня, характерного для изолята 0. После 2-го пассажа наблюдалось резкое повышение (в 216 раз) продуктивности микроспоридий, которая стала в 2.2 раза выше, чем у совочного изолята. 3- и 5-кратное пассирования снова привели к более резкому, чем после 1-го пассажа, снижению продуктивности, в последнем случае в насекомом созрело спор в 5 раз меньше, чем оно получило при заражении, и почти в 500 раз меньше, чем у изолята 0. Однако после 6-го пассажа количество образуемых спор снова незначительно повысилось.

Сопоставление данных по патогенности изолятов и соответствующей им продуктивности приводит к выводу о том, что прямой зависимости между этими признаками не наблюдается. Например, низкая патогенность 2-го и 5-го изолятов ($\lg LD_{50}>9$), у 2-го сопровождается максимальной (107.8×10^8 спор/гус.), а у 5-го — минимальной репродуктивностью паразитов (0.1×10^8 спор/гус.). В то же время резкое повышение вирулентности у 3-го изолята сочеталось с его низкой репродуктивностью, когда введенная доза спор увеличивалась менее чем в 3 раза.

Анализируя полученные результаты, мы можем представить следующий ход процесса адаптации микроспоридий к несвойственному и относительно устойчивому к ним насекомому-хозяину. При первом пассаже выживает небольшое число особей, потомство которых уже способно при втором пассаже интенсивно размножаться, однако почти не дает высоковирулентных форм. Они начинают преобладать над слабовирулентными только в третьем пассаже. Резкое повышение вирулентности у 3-го изолята сочетается с его низкой репродуктивностью. Последнее частично можно объяснить тем, что при заражении этим изолятом происходила быстрая гибель насекомых, и микроспоридии проходили мало циклов размножения. Кроме того, многие косвенные данные свидетельствуют о том, что высоковирулентные формы обладают меньшей жизнеспособностью, возможно, из-за больших энергетических затрат, которые не удовлетворяются неспециализированным хозяином. Это приводит к падению жизнеспособности особей в следующих пассажах. Так, при 5-м

Т а б л и ц а 1
Изменения величин среднелетальных доз спор *V. antheraeae*
при пассировании через большую пчелиную огневку
Changes in the values of average lethal doses of *V. antheraeae* spores
on passing through *Galleria mellonella*

Изоляты микроспоридии	Число насекомых в опыте	LD ₅₀	lg LD ₅₀ X+S _x
0 (совочный) Пассаж через огневку	223	2×10 ⁸	8.3±0.6
1	250	2.8×10 ⁸	8.5+0.4
2	195	10 ⁹	9
3	226	1.4×10 ⁷	7.2+0.2
4	150	4×10 ⁸	8.6±0.4
5	162	10 ⁹	9

пассаже происходит массовая гибель микроспоридий — число спор, образующихся в одной гусенице, уменьшается по отношению к введенному в организм в 5 раз. Общим ослаблением простейших можно объяснить и снижение вирулентности образуемой ими популяции. Затем снова наблюдается некоторая стабилизация экспериментальной популяции.

Таким образом, в результате пассажей через огневку нами были получены изоляты микроспоридии, резко различающиеся по величине среднелетальной дозы (LD₅₀) для этого насекомого. Это свидетельствует о гетерогенности лабораторной популяции *V. antheraeae*, об ее высокой фенотипической изменчивости, благодаря которой при изменении условий среды (в нашем случае переход на другого хозяина) происходит быстрое накопление тех или других форм.

Завершая обсуждение результатов первого раздела нашей работы, следует отметить, что большая пчелиная огневка непригодна в качестве хозяина для постоянного культивирования на ней микроспоридии *V. antheraeae* ввиду утраты последней патогенных свойств после 5 пассажей через это насекомое.

II. Влияние пассажей через несвойственного, относительно устойчивого хозяина на патогенные свойства микроспоридии *V. antheraeae* по отношению к основному хозяину.

Т а б л и ц а 2
Влияние пассажей через огневку на продуктивность микроспоридии
V. antheraeae
Effect of passages through *Galleria mellonella* on the breeding intensity
of *V. antheraeae* microsporidia

Изоляты микроспоридии	Количество измерений	Число спор в одной гусенице (×10 ⁸) X±S _x	Увеличение началь- ной дозы в п раз *
0 (совочный) Пассаж через огневку	17	48.8±7.8	98
1	13	13.1±5	26.2
2	13	107.8±8.8	215.6
3	19	1.3±0.4	2.6
4		Данные отсутствуют	
5	8	0.1±0.01	**
6	10	2.6±0.5	5.3

* Начальная доза при заражении составила 5×10⁷ спор/гус.

** Число спор, образовавшихся в гусеницах, было ниже начальной дозы.

Из литературы известны примеры изменения патогенных свойств микроспоридий в отношении их основных хозяев после одного или нескольких пассажей через не свойственные для них виды насекомых. Так, микроспоридия *Nosema infesta*, выделенная из огневки *Crambus bonifatellus*, утрачивала патогенные свойства в отношении своего хозяина после пассирования через картофельную моль *Phthorimaea operculella* (Hall, 1954).

В то же время микроспоридии *Nosema acridophagus* и *Nosema cuneatum*, паразитирующие на прямокрылых, становились более патогенными для кобылки *Melanoplus sanguinipes* после размножения в гусеницах кукурузной совки *Heliothis zea* (Henry e. a., 1979). Пассирование микроспоридий *Nosema grossa* и *Pleistophora equestris* из жуков-листоедов через не свойственного для них хозяина — капустную совку привело к приобретению ими свойства заражать не только личинок, но и имаго колорадского жука *Leptinotarsa decemlineata* (Hostounsky, 1978).

По нашим данным (Кольчевская, 1987), однократное пассирование близкого вида микроспоридии *V. heterosporum*, хорошо адаптированной к капустной совке, через пчелиную огневку приводило к повышению патогенности этого возбудителя в отношении исходного хозяина.

Результаты опытов суммированы в табл. 3 и на рисунке. В табл. 3 приведены результаты сравнительной оценки патогенного действия на гусениц капустной совки исходного (0) и полученных в результате 1 и 3 пассирований через огневку изолятов (1, 3).

Мы видим, что при выращивании гусениц совки на одуванчике (июль, сентябрь) их смертность при заражении 0 и 3 изолятами достаточно высока и практически одинакова: соответственно 93.3 и 96.7 %. У гусениц, зараженных изолятом 1, наблюдается более низкая смертность — 70 (июль) и 86.7 % (сентябрь). При этом различия в смертности, вызванной изолятами 1 и 3 у гусениц летней генерации, достоверны ($P < 0.05$).

Высокая гибель гусениц в контроле при питании одуванчиком объясняется активацией нативной вирусной инфекции, нивелирующей показатели смертности совки по вариантам. Выращивание гусениц на ИПС, содержащей антисептики и антибиотики (формалин, бензойная кислота, метабен) и в значительной степени подавляющей развитие как вирусов, так и микроспоридий, позволяет обнаружить значительные ($P < 0.05$) различия в гибели гусениц, зараженных 3-м (42.5 ± 6.5 %), а также 1-м (22.5 ± 1.9 %) и совочным изолятами (23.3 ± 3.3 %).

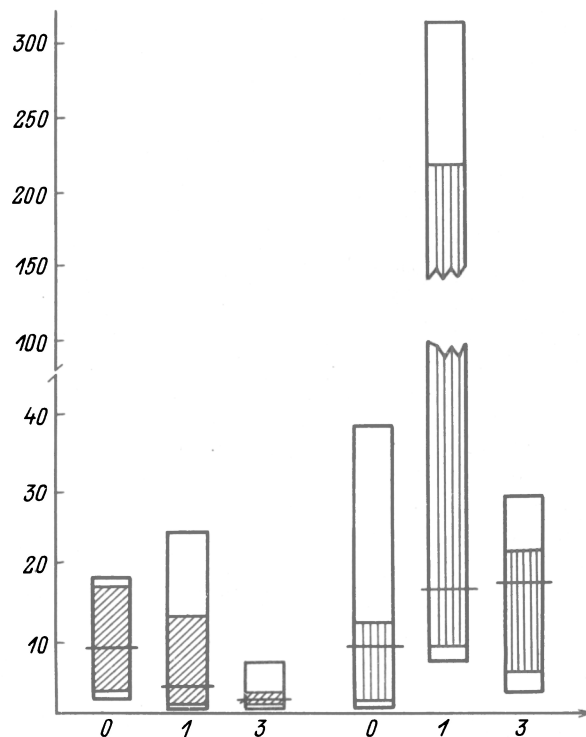
Полученные данные позволяют говорить о повышении относительно исходного уровня вирулентности изолята 3 и незначительном снижении (разница недостоверна) ее у изолята 1. Эти данные соответствуют полученным ранее для исследуемых изолятов в отношении гусениц большой пчелиной огневки.

Определение сухой массы погибших от заражения гусениц летней гене-

Т а б л и ц а 3

Эффект патогенного воздействия изолятов микроспоридии *V. antheraeae* на гусениц капустной совки
Influence of pathogenic effect of microsporidia isolates on *Barathra brassicae* larvae

Изоляты	Смертность гусениц на 20-е сутки после заражения (%) $\bar{X} \pm S_x$			Сухая масса (мг) погибших гусениц $\bar{X} \pm S_x$	
	ИПС	одуванчик		одуванчик	
		март	июль	сентябрь	июль
0 — исходный (совочный)	23.3 ± 3.3	93.3 ± 6.1	93.3 ± 3.3	60.8 ± 4.5	71.3 ± 4.9
1 — 1 пассаж через огневку	22.5 ± 1.9	70.0 ± 9.0	86.6 ± 8.8	71.5 ± 4.4	63.1 ± 4.6
3 — 3 » »	42.5 ± 6.5	96.7 ± 3.3	96.7 ± 8.8	65.4 ± 5.4	53.5 ± 2.3
Контроль	10	33.3 ± 6.6	30.0 ± 7.1		



Квантильные диаграммы интенсивности размножения в гусеницах *Barathra brassicae*.

Число спор в 1 мг сухой массы гусениц: косая штриховка — летней популяции, прямая штриховка — осенней популяции. По оси абсцисс — число спор в 1 мг сухой массы тела гусениц ($\times 10^6$); по оси ординат: 0 — изолят *V. antheraeae*, выделенный из *Barathra brassicae*; 1, 3 — изоляты, выделенные из *Galleria mellonella*. Квантили: 1 — q_{90} , 2 — q_{75} , 3 — q_{50} (Me), 4 — q_{25} , 5 — q_{10} .

Fig. 1. Quantile diagrams of the breeding intensity of *V. antheraeae* microsporidia in *Barathra brassicae* larvae.

рации (июль) показало лишь незначительное ее увеличение у гусениц, зараженных 1-м (71.5 ± 4.4 мг) и 3-м (65.4 ± 5.4 мг) изолятами, по сравнению с совочным (60.8 ± 4.5 мг). У гусениц осенней генерации (сентябрь) наблюдалась тенденция снижения массы тела при заражении пассированными изолятами. При этом, если различия между совочным (71.3 ± 4.9 мг) и 1-м изолятами (63.1 ± 4.6 мг) были незначительными ($P > 0.05$), то масса гусениц, зараженных 3-м изолятом (53.5 ± 2.3 мг), была значительно ниже ($P < 0.05$) исходного уровня.

Сравнивая сезонную изменчивость массы гусениц по вариантам, можно отметить незначительное ее повышение ($P > 0.05$) у гусениц осенней генерации (71.3 ± 4.9 мг) по сравнению с летней (60.8 ± 4.5 мг) в варианте с совочным изолятом. В вариантах с пассированными изолятами наблюдалось, наоборот, некоторое снижение массы гусениц осенней генерации соответственно с 71.5 ± 4.4 до 63.1 ± 4.6 мг у 1-го и с 65.4 ± 5.4 до 53.5 ± 2.3 мг — у 3-го изолятов.

Завершая обсуждение данных, представленных в табл. 3, можно сделать вывод о различиях в патогенных свойствах совочного и пассированных через огневку изолятов и о более сильном их проявлении у экспериментальных изолятов в отношении гусениц совки осенней генерации.

Квантильные характеристики показателей интенсивности размножения различных изолятов *V. antheraeae* представлены на рисунке. Показатели продуктивности изолятов на гусеницах летней генерации снижаются в вариантах

с пассированными изолятами, о чем свидетельствует разный уровень M_e и уровни квантиля q_{75} . Минимальной продуктивностью характеризовался 3-й изолят.

Высокий патогенный эффект 3-го изолята (табл. 3) в сочетании со слабой интенсивностью размножения и высокий уровень продуктивности 1-го изолята в сочетании с пониженной патогенностью аналогичны результатам, полученным для гусениц пчелиной огневки.

При заражении микроспоридиями гусениц совки осенней генерации показатели продуктивности изолятов несколько отличаются от таковых в летнем опыте. На фоне общей тенденции увеличения количества спор в тканях насекомых, о чем свидетельствует повышение уровня квантиля q_{90} во всех вариантах, интенсивность спорообразования у 1-го и 3-го изолятов была выше, чем у исходного. Уровень M_e исходного изолята практически не менялся по сравнению с летним опытом, тогда как у пассированных изолятов эти показатели значительно увеличились. Резко возросла по сравнению с летним опытом продуктивность 1-го изолята. Таким образом, характеристики пассированных изолятов по показателям продуктивности как в гусеницах совки, так и в гусеницах огневки совпадают.

Суммируя данные табл. 3 и квантильной диаграммы (см. рисунок), можно сделать вывод о том, что паразито-хозяйинные взаимоотношения совки с тремя изолятами *V. antheraeae* различны. Беря за основу особенности взаимоотношений совки и исходного изолята, хорошо к ней адаптированного, следует отметить, что проявление патогенных свойств данного изолята менее зависит от сезонного физиологического состояния хозяина, чем у микроспоридий экспериментальных изолятов.

Повышение продуктивности у пассированных изолятов в осеннем опыте может быть вызвано либо сезонными изменениями физиологического состояния совки (уход в диапаузу), либо сезонным изменением биохимизма корма, листьев одуванчика, возможно, опосредованно влияющего на развитие микроспоридии через изменение физиологического состояния насекомых. Очевидно, микроспоридии 1-го и 3-го изолятов в результате пассирования через относительно устойчивого хозяина (пчелиную огневку) становятся более чувствительными к изменениям физиологического состояния капустной совки.

Таким образом, обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что при пассировании *V. antheraeae* через относительно устойчивого неспециализированного хозяина можно получать формы с измененными свойствами, в частности, обладающие более высокой вирулентностью в отношении основного хозяина.

Список литературы

- Ашмарин И. П., Воробьев А. А. Статистические методы в микробиологических исследованиях. Л.: Медгиз, 1962. 180 с.
- Елфимова Т. Б. Оптимальные условия массового получения спор двух микроспоридий рода *Vairimorpha* в капустной совке: Автореф. дис. . . канд. биол. наук. Алма-Ата, 1985. 15 с.
- Ефименко Т. М., Исси И. В. Восприимчивость чешуекрылых к биопрепаратам при микроспоридиозе // Тез. докл. и сообщ. IV съезда ВОПР. Л., 1987. С. 199—200.
- Исси И. В. Микроспоридии как тип паразитических простейших // Микроспоридии. Серия «Протозоология». Л.: Наука, 1986. С. 6—136.
- Кольчевская Е. Н. Влияние пассажей на патогенность микроспоридий *Vairimorpha heterosporum* // Бюл. ВНИИ защиты растений. 1987. № 68. С. 33—34.
- Кустова И. П. Влияние отдельных компонентов питательных сред на развитие капустной совки // Защита плодовоовощных культур. Алма-Ата. ВО ВАСХНИЛ. Каз. НИИ защиты растений. 1982. С. 92—97.
- Сергеев Е. Е., Минкевич И. И., Зубков А. Ф. Применение математико-статистических методов в фитопатологии (Методич. руковод.). Л.: ВИЗР, 1972. 20 с.
- Симчук П. А., Лысенко М. А. К определению специфичности микроспоридий *Nosema antheraeae* Simtchuk, Lysenko, Tchekarova, 1979 // Патология членистоногих и биологические средства борьбы с вредными организмами. Канев, 1982. С. 221—222.

- Урбах В. Ю. Биометрические методы. М.: Наука, 1964. 415 с.
- Hall Y. M. Studies of Microorganisms pathogenic to the sod webworm // *Hilgardia*. 1954. Vol. 22. N 15. P. 535—565.
- Hazard E. Y., Lofgren C. S. Tissue Specificity and Systematics of a Nosema in Some Species of Aedes, Anopheles and Culex // *J. Invertebr. Pathol.* 1971. Vol. 18 (19). P. 16—24.
- Henry Y. E., Oma E. A., Onsager Y. A., Oldacre S. W. Infection of the corn earworm, *Heliothis zea*, with *Nosema acridophagus* and *Nosema cuneatum* from grasshoppers: relative virulence and production of spores // *J. Invertebr. Pathol.* 1979. Vol. 34(2). P. 125—132.
- Higby G. C., Canning E. U., Pillely B. M., Bush P. Y. Propagation of *Nosema eurytremae* (Microsporidia, Nosematidae) from trematode larvae in Abnormal Hosts and in tissue culture // *Parasitology*. 1979. Vol. 78, N 2. P. 155—170.
- Hostounsky Z. Successful transmission and multiplication of microsporidians from Coleoptera on a substitute lepidopteran Host // *J. Protozool.* 1978. Vol. 25, N 3, part. 1. P. 37.
- Raun E. S., York G. T., Brooks D. L. Determination of *Perezia pyraustae* infection rates in larvae of the European corn borer // *J. Insect Pathol.* 1960. Vol. 2, N 3. P. 254—258.
- Smirnov W. A. Adaptation de *Thelophania pristiphora* Smir. chez *Arge pectoralis* (Leach.) et sa dissemination dans les populations de cet insecte // *Ann. Soc. Entomol. Quebec*. 1971. Vol. 16, N 2. P. 86—88.

ВИЗР, Ленинград

Поступила 20.01.1990

INFLUENCE OF HOST-INSECTS CHANGING ON THE PATHOGENECITY
AND BREEDING INTENSITY OF MICROSPORIDIA

E. N. Kolchevskaya, I. V. Issi

Key words: Microsporidia, *Vairimorpha antheraeae*, isolate, non-specific host, pathogenicity, breeding intensity

SUMMARY

Microsporidia *Vairimorpha antheraeae* is known to be a parasite of the cabbage looper *Barathra brassicae*. A number of passages through a non-specific host, the bee moth *Galleria mellonella*, resulted in changing the pathogenicity and breeding intensity of *V. antheraeae*. Isolates possessing high biological activity against *G. mellonella* are shown to be active against their primary host *B. brassicae*.
