

О. И. Швецова и Цай Сюй-юй

**ВИРУСНОЕ ЗАБОЛЕВАНИЕ ОЗИМОЙ И ЗЕРНОВОЙ СОВОК
(LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) В УСЛОВИЯХ ОДНОВРЕМЕННОГО
ЗАРАЖЕНИЯ ГРАНУЛЕЗОМ И ПОЛИЭДРИЕЙ**

[O. I. SHVETZOVA AND TSAI SIU-YU. VIRUS DISEASES OF AGROTIS
SEGETUM SCHIFF. AND HADENA SORDIDA BKH. (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE)
AT SIMULTANEOUS INFECTION WITH GRANULOSIS AND POLYEDROSIS]

Присутствие разных вирусов в одном и том же насекомом наблюдалось многими исследователями. Так, Пайо (Paillot, 1936) отмечает, что гусеницы озимой совки, собранные в природе, были поражены одновременно вирусом ядерной полиэдри и гранулеза. Поражение этими же двумя вирусами Танада (Tanada, 1953, 1956) наблюдал у репницы *Pieris rapae* L. и луговой совки *Pseudaletia unipuncta* Haw., а Штейнхауз (Steinhaus, 1957) — у *Nephelodes emmedonia* Gram. Сочетание ядерного полиэдроза с цитоплазмным Смит и Ксерос (Smith a. Xeros, 1953) встречали у репейницы *Pyrameis cardui* L., Ваго и Василевич (Vago et Vasiljevic, 1953) — у американской белой бабочки *Hyphantria cunea* Drury, Билотти и др. (Bilotti a. oth., 1956) — у капустной белянки *Pieris brassicae* L.

Как известно, ассоциации двух или нескольких вирусов у животных и растений приводят к различному эффекту. Развитие одного из вирусов может или совсем подавлять или в разной степени тормозить действие другого; вирусы могут размножаться беспрепятственно одновременно в одном и том же организме, причем их действие может суммироваться; в некоторых случаях в результате взаимодействия вирусов возникает усиление патогенного действия.

В отношении вирусов насекомых имеется еще мало работ, посвященных исследованию взаимоотношений вирусов при двойной инфекции, но и здесь выявляются различные точки зрения на последствия таких ассоциаций. Так, например, Танада (1959), наблюдавший в лабораторных и полевых условиях одновременное заражение луговой совки вирусом ядерной полиэдри и вирусом гранулеза, отмечает усиление вирулентности и приходит к заключению о синергетическом действии этих двух вирусов. Берд (Bird, 1959) изучал вирусное заболевание пихтовой хвоевртки *Choristoneura fumiferana* Clem., вызванное также этими двумя видами вирусных возбудителей — ядерного полиэдроза и гранулеза. Автор, однако, не нашел доказательств как интерференции вирусов, так и синергетического действия. Ваго (Vago, 1959) изучал патогенез гусениц капустной белянки, погибших в естественных условиях от двойного поражения вирусом цитоплазмной полиэдри (кишечный тип) и гранулеза. Автор отмечает отсутствие антагонистических отношений между этими вирусами — развитие их шло параллельно и протекало типично для каждого вируса в отдельности. Совместимость этих двух вирусов представляется вполне убедительной, если принять во внимание, что они поражают разные ткани насекомого; вирус цитоплазмной полиэдри размножается в цитоплазме клеток кишечного эпителия, а гранулез, описанный автором у капустной белянки, поражает в основном жировую ткань.

Рассматривая данные первых двух авторов (Tanada, Bird), нельзя не обратить внимание на то, что, хотя в своих исследованиях они имели дело с сочетанием ядерного полиэдроза с гранулезом, последний был не одного типа. Танада, описывая гранулез луговой совки, характеризует его как ядерный гранулез, развивающийся только в жировой ткани насекомого. В случае комплексного заражения пихтовой хвоевертки, описанном Бердом, гранулез развивался в цитоплазме разных тканей. Таким образом, условия конкуренции за субстрат в клетках насекомого должны были складываться по-разному и привести к различным результатам. Можно предполагать также, что большое значение для комплексного действия вирусов имеют не только особенности возбудителей, но и особенности насекомого-хозяина и различные внешние воздействия, при которых происходит заболевание.

При изучении вирусных болезней насекомых мы также наблюдали случаи поражения насекомых одновременно двумя вирусами. Нас особенно заинтересовали условия комплексного вирусного заболевания озимой (*Agrotis segetum* Schiff.) и зерновой (*Hadena sordida* Bkh.) совок. При исследовании эпизоотий этих совок в различных точках СССР мы всегда обнаруживали поражение насекомых гранулезом. Случаи полиэдроза зерновой совки в природе были чрезвычайно редки, а при диагностировании заболеваний озимой совки естественного полиэдроза мы совсем не встречали.

Между тем, по данным Цай Сюй-юй (1962), озимая совка легко заражается в лабораторных условиях полиэдренными вирусами некоторых других видов совок. Для нее инфекционны вирусы, вызывающие полиэдрию у капустной совки *Barathra brassicae* L., *Hadena sordida* Bkh., *Agrotis saucia* Hb., *Polia oleracea* L., *Phytometra gamma* L. Болезнь протекает одинаково при заражении всеми этими вирусами и гибель наступает в более короткие сроки, чем при гранулезе.

Полиэдренное заболевание зерновой совки мы имели возможность наблюдать при инфицировании ее полиэдрами, выделенными из естественно погибших насекомых. Зерновая совка, так же как и озимая, восприимчива к полиэдренным вирусам некоторых других совок. Заболевание сопровождается характерными патологическими изменениями, присущими полиэдрозу, и указывает на высокую активность этого вируса и в отношении зерновой совки.

Инфекционность полиэдренного вируса для озимой и зерновой совок стоит, однако, в некотором противоречии с редкой встречаемостью этого заболевания в природе, где гибель, как уже указывалось выше, происходит только от гранулеза. По-видимому, условия размножения озимой совки в природе не способствуют проявлению этой болезни. Вопрос о преимущественном поражении этих совок гранулезом в природе интересовал нас и в практических целях, так как в случае совместимости этих вирусов, возможно использование комплекса вирусных возбудителей для борьбы с совками.

Мы допускали, что причиной преимущественного поражения озимой и зерновой совок гранулезом может быть явление интерференции вирусов. Однако этот вопрос в отношении озимой совки был решен отрицательно. Специальные опыты по заражению озимой совки одновременно двумя вирусами — гранулеза и полиэдри — показали, что оба вируса могут присутствовать и развиваться в насекомых одновременно (Цай Сюй-юй, 1962). Примененный в этих опытах вирус гранулеза был ядерного типа и поражал те же ткани, как и полиэдренный. На гистологических срезах насекомых, погибших от двойной инфекции, было показано, что в жировом теле часть клеток содержит полиэдры, часть — гранулы. В том случае, когда вирусы вводились через несколько дней один после другого, преимущественное развитие получал первый из введенных вирусов.

Что касается зерновой совки, то заражение ее двумя вирусами в наших опытах приводило также к смешанному заболеванию, при котором в одном и том же насекомом обнаруживался полиэдроз и гранулез. Гранулез у зерновой совки был такого же типа, как и у озимой совки, т. е. при этом заболевании поражались ядра клеток жирового тела, гиподермы и трахеального эпителия. В табл. 1 приведены результаты одного из опытов с двойным инфицированием зерновой совки. В этих опытах длительность заболевания и патологическая картина болезни были в основном такие же, как и у озимой совки. Таким образом, и в отношении зерновой совки подтвердилось отсутствие антагонистических отношений между двумя вирусами.

Таблица 1

Результаты заражения гусениц зерновой совки (IV возраст) совместно вирусами гранулеза и полиэдри

Варианты	Количество гусениц в опыте	Гибель гусениц по дням							Количество гусениц, погибших от вирусных болезней			Гибель по другим причинам	Процент гибели от вирусных болезней
		6	7	8	9	10	12	13	полиэдри	гранулез	полиэдри + гранулез		
Вирус полиэдри зерновой совки	15	1	3	9	1	0	0	0	2	0	12	1	93.3
Вирус гранулеза зерновой совки	15	0	0	0	3	2	5	3	0	13	0	2	86.7
Одновременное заражение вирусами полиэдри и гранулеза	25	2	4	9	4	6	0	0	0	10	15	0	100.0
Без заражения .	15	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	13.3

Другой причиной, исключающей широкое распространение полиэдреного заболевания и способствующей накоплению в популяциях озимой и зерновой совок вируса гранулеза, могут быть биологические особенности насекомых. В частности, большое значение могут иметь температурные условия, при которых проходит фаза развития насекомого, благоприятная для данного вируса.

По данным Е. В. Орловской (1960), исследовавшей закономерности развития массовых полиэдренных заболеваний, температура в ряде случаев (непарный шелкопряд, боярышница) имеет решающее значение как в отношении накопления вируса в популяциях, так и в отношении динамики заболевания и, в конечном итоге, вспышек эпизоотий.

Ниже мы приводим некоторые ориентировочные опыты по влиянию температуры на заболевание насекомых при двойной инфекции. В связи с сильным естественным заражением гранулезом имевшихся у нас популяций зерновой совки эти опыты проводились с озимой совкой. В лабораторных выкормках нам удалось получать здоровые популяции этих насекомых.

Гусеницы II возраста заражались через корм отдельно вирусом полиэдри капустной совки, вирусом гранулеза озимой совки и одновременно тем и другим вирусом. Насекомые в каждом из этих вариантов выкармливались при трех температурных режимах: при постоянной температуре 15 и 25° и при меняющейся температуре от 20 до 24°. На рис. 1 показаны сравнительные сроки заболевания и гибели гусениц по дням для разной температуры.

Как видно из приведенных данных, срок гибели от вирусных болезней сокращается по мере повышения температуры с 15 до 25°. Это относится как к опытам с раздельным заражением вирусами полиэдрии и гранулеза, так и к опытам с одновременным заражением двумя вирусами. Полиэдренный вирус оказался более вирулентным при всех испытанных температурах, и даже при 15° гусеницы погибали от полиэдрии на несколько дней раньше, чем при одном гранулезе.

Скорость гибели озимой совки при двойной инфекции при всех температурах выше, чем при гранулезе, но в то же время они гибнут не скорее, чем при одном полиэдренном заболевании. Совместное действие этих вирусов, следовательно, нельзя рассматривать как синергизм, так как здесь нет настоящего повышения патогенного действия вирусов. Сокращение

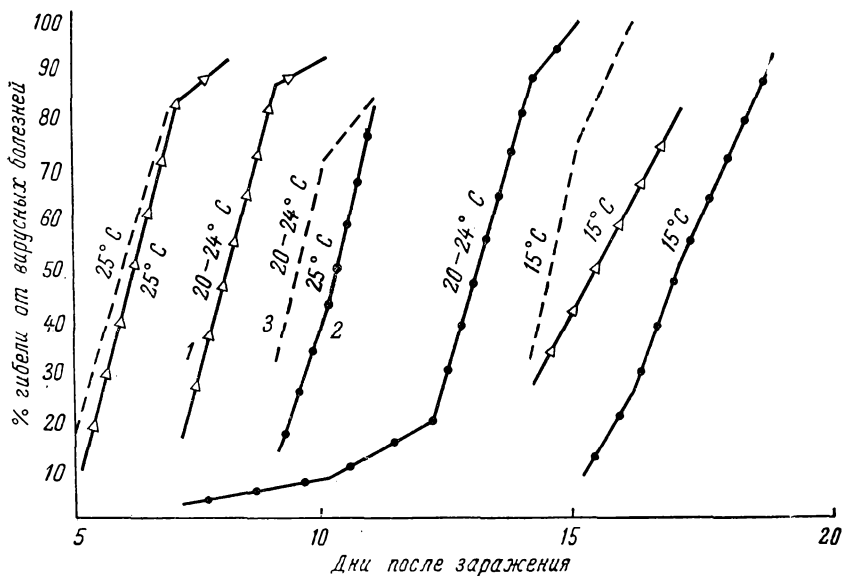


Рис. 1. Влияние температуры на заболевание гусениц озимой совки при двойной вирусной инфекции.

1 — заражены вирусом полиэдрии капустной совки; 2 — заражены вирусом гранулеза озимой совки; 3 — заражены совместно вирусом гранулеза и полиэдрии.

срока заболевания происходит за счет более активного полиэдренного вируса, при заражении которым инкубационный период всегда короче, чем при гранулезе. Кривые заболевания при двойной инфекции незначительно расходятся с кривыми заболевания при заражении одними полиэдрами (рис. 1). Действие вирусов гранулеза и полиэдрии в данном случае суммируется.

Различная скорость гибели от вирусных болезней при изменении температурных условий не объясняет причин преимущественного поражения насекомых гранулезом в природе.

Но если мы обратимся к патологической картине заболевания, то влияние различных температурных условий оказывается очень значительным. Данные микроскопического анализа гусениц озимой совки, погибших в опытах с заражением разными вирусами, приведены в табл. 2.

Во всех случаях, когда насекомые заражались каким-нибудь одним вирусом, в погибших насекомых обнаруживался только тот вирус, которым они были инфицированы, и температура влияла лишь на скорость течения болезни. При одновременном заражении двумя вирусами обращает на себя внимание преобладание в тканях пораженных насекомых гранулеза. Так, насекомые, находившиеся после заражения при самой низкой

Таблица 2

Результаты микроскопического анализа гусениц озимой совки, погибших от заражения вирусами при разных температурных условиях опыта

Температура опыта (в °C)	Сроки гибели при заражении разными вирусами (в днях)			% погибших гусениц в трех вариантах заражения				
	полиэдри	гранулеза	полиэдри и гранулеза одновременно	вирусом полиэдри	вирусом гранулеза	одновременно вирусом полиэдри и гранулеза		
				гибель от полиэдри	гибель от гранулеза	гибель от полиэдри	гибель от гранулеза	гибель от смешанного заболевания полиэдри и гранулеза
15	14—17	15—19	14—16	100	100	0	62	38
20—24	7—11	10—15	9—10	100	100	0	52	48
25	5—8	9—11	5—7	100	100	33	0	67

температуре — 15°, никогда не гибли от одной полиэдри: диагноз показывал или на чистый гранулез (62%) и в меньшем числе случаев на смешанное заболевание полиэдрией и гранулезом (38%). Результаты почти не меняются в опытах, проводившихся при более высокой температуре, колебавшейся в пределах от 20 до 24°. Здесь 52% насекомых погибли от гранулеза, а 48% от смешанного заболевания. Только при постоянной температуре 25° было обнаружено частичное поражение насекомых чистым полиэдрозом (33%), остальные 67% и в этом случае погибли от смешанной болезни.

Несмотря на то, что в своих опытах мы ограничились лишь тремя температурными режимами и не выявили предельной оптимальной и минимальной температуры, вполне очевидно, что для развития полиэдренного вируса требуется более высокая температура, чем для вируса гранулеза. Последний, хотя и значительно медленнее развивается, тем не менее весьма активно распространяется по клеткам тканей, если судить по преимущественному заражению тканей гранулезом при наличии двух вирусов.

В связи с этими данными накопление гранулезного вируса у озимой и зерновой совок в природе можно объяснить как биологическими особенностями насекомых, так и неблагоприятными температурными условиями для полиэдренного вируса. Зерновая совка повсеместно, а озимая совка в северной зоне ее распространения имеют одну генерацию. Зимуют совки большей частью на стадии взрослых гусениц, и это определяет условия размножения и в особенности условия передачи вируса следующему поколению.

При низких зимних температурах создаются условия для преимущественного развития гранулеза. Медленное течение болезни способствует частичному выживанию насекомых, превращению их в куколки и имаго, а следовательно, и передаче инфекции через яйцо.

При наступлении более благоприятных для развития полиэдренного вируса летних температур насекомые, не имея достаточного запаса полиэдренного вируса, будут вымирать от гранулеза, полученного по наследству.

Искусственное внесение вируса полиэдри в этот период могло бы ускорить гибель насекомых и повысить общий процент гибели. Мы предполагаем, однако, что такое мероприятие не привело бы к распространению двойной вирусной инфекции в популяциях зерновой и озимой совок, так как в течение длительного зимнего периода вновь создались бы условия в пользу гранулеза. Вопрос о целесообразности практического исполь-

зования двойной инфекции против совок может быть решен после ряда дополнительных исследований совместного действия вирусов.

ВЫВОДЫ

1. Вирус гранулеза ядерного типа и ядерный полиэдроз могут одновременно развиваться в гусеницах озимой и зерновой совок при искусственном заражении их этими вирусами.

2. Заражение совок одновременно двумя вирусами приводит к ускорению гибели насекомых от вирусного заболевания за счет более вирулентного полиэдренного вируса. Наиболее короткие сроки заболевания наблюдаются при повышении температуры (25°), когда создаются благоприятные условия для развития полиэдренного вируса.

3. Микроскопический анализ гусениц озимой совки, погибших после заражения двумя вирусами, показал на преимущественное поражение насекомых гранулезом, когда они выкармливались при постоянной температуре 15° или переменной температуре от 20 до 24° . Полиэдренное заболевание, не смешанное с гранулезом, проявилось только в части погибших гусениц (33%) при более высокой температуре (25°).

4. Поражение зерновой и озимой совок гранулезом и отсутствие полиэдренного заболевания во время эпизотой насекомых в природе может быть объяснено условиями зимовки этих видов насекомых. Низкие температуры и нахождение на стадии взрослых гусениц благоприятствуют накоплению вируса гранулеза и передаче его следующему поколению.

5. Искусственное внесение полиэдренного вируса в популяции, где доминирует вирус гранулеза, может привести к увеличению смертности совок в летний период. Однако вопрос о целесообразности практического использования двойной вирусной инфекции в борьбе с совками в связи с неблагоприятными условиями для сохранения полиэдренного вируса у этих насекомых остается открытым.

ЛИТЕРАТУРА

- Орловская Е. В. 1960. Эпизотии некоторых чешуекрылых в западных областях УССР. Матер. совещ. по микробиолог. борьбе с вредит. сельск. и лесн. хоз., микробиолог. и патолог. насекомых, Новосибирск.
- Цай Сюй-юй. 1962. Вирозы некоторых вредных насекомых. Автореф. дисс. Зоол. инст. АН СССР, Л.: 1—12.
- Billotti E., P. Grison and D. Martouret. 1956. L'utilisation d'une maladie à virus comme méthode de lutte biologique contre *Pieris brassicae* L. *Entomophaga*, 1: 35—44.
- Bird F. T. 1959. Polyhedrosis and granulosis viruses causing single and double infections in the spruce budworm, *Choristoneura fumiferana* Clemens. *Journ. insect pathol.*, 1, 4: 406—430.
- Paillot A. 1936. Contribution à l'étude des maladies à ultravirus des insectes. *Ann. Épiphyt. phytogénét.*, 2: 341—379.
- Smith K. M. and N. Xeros. 1953. Studies on the cross-transmission of polyhedral viruses: experiments with a new virus from *Pyrausta cardui*, the Painted lady butterfly. *Parasitology*, 43: 178—185.
- Steinhilber E. A. 1957. New records of insect-virus diseases. *Hilgardia*, 26, 7: 417—430.
- Tanada Y. 1953. Description and characteristics of a granulosis virus of the imported cabbage-worm. *Proc. Hawaiian Ent. Soc.* 15: 235—260.
- Tanada Y. 1956. Size of a granulosis virus of *Pieris rapae* (L.). *Proc. Hawaiian Ent. Soc.*, 16: 156—157.
- Tanada Y. 1959. Synergism between two viruses of the armyworm, *Pseudaletia unipuncta* (Haworth) (Lepidoptera, Noctuidae). *Journ. insect pathol.*, 1, 3: 215—231.
- Vago C. 1959. On the pathogenesis of simultaneous virus infections in insects. *Journ. insect. pathol.*, 1, 1: 75—79.
- Vago C. et L. Vasiljevic. 1953. Détection d'une maladie à virus parmi les populations européennes de l'écaille fileuse (*Hyphantria cunea* Drury, Lepidoptera) actuellement en progression. *C. R. Acad. Agric. France*, 39: 735—736.

SUMMARY

1. The virus of granulosis of the nuclear type and nuclear polyhedrosis can carry out simultaneously in caterpillars of *Agrotis segetum* Schiff. and of *Hadena sordida* Bkh. at their artificial infection by these viruses.

2. The infection of caterpillars by two viruses simultaneously leads to the acceleration of the insects mortality rate from a virous disease on account of a more virulent polyhedric virus. The most short periods of disease are observed at the temperature increase (25° C) when are created favourable conditions for the polyhedric virus development.

3. Microscopical analysis of the caterpillars of *Agrotis segetum* perished after the infection caused by two viruses has pointed at the chief infection of insects with granulosis when they reared at the constant temperature of 15° C or at the variable temperature of 20—24° C. Polyhedric disease not mixed with granulosis appeared only in a part of dead caterpillars (38%) at the higher temperature (25° C).

4. The infection of the caterpillars of *Agrotis segetum* and *Hadena sordida* with granulosis and the absence of polyhedric disease within epizootia of the insects in nature may be explained by the conditions of wintering of these species of insects. Low temperatures and the stages themselves of adult caterpillars favour the accumulation of the granulosis virus and its transmission to the next generation.

5. The artificial introduction of the polyhedric virus into populations where the virus of granulosis dominates can lead to the increase of the mortality rate among the caterpillars in a summer period. However, the question on the expediency of the practical use of the double virus infection in the control on the caterpillars in respect with unfavourable conditions for preserving the polyhedric virus in these insects still remains open.
