

УДК 632.78:591.16

РОЛЬ ЖИРОВЫХ РЕЗЕРВОВ КАПУСТНОЙ СОВКИ (*MAMESTRA BRASSICAE L.*) В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ КУЛЬТУРЫ И НАКОПЛЕНИИ ВИРУСНОЙ БИОМАССЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕПАРАТА ВИРИН-ЭКС

А. Л. МОНАСТЫРСКИЙ
(Кафедра энтомологии)

При разработке способов массового разведения насекомых на искусственных питательных средах большое внимание уделяют обменным процессам в организме. Эти процессы определяют физиологическое его состояние и зависят от условий обитания. Такой подход необходим для оптимизации условий развития и скорейшей адаптации к ним подопытного объекта.

Известно, что важная роль в метаболизме у насекомых принадлежит жирам [2, 9, 13, 14, 20, 21, 26], основная масса которых откладывается в трофоцитах жирового тела. В фазе куколки часть жиров расщепляется с выделением энергии или становится поставщиком исходных веществ для ряда биосинтетических процессов, связанных с метаморфозом, но основная масса запасенного жира продолжает служить энергетическим резервом. У самок большая часть жиров превращается в белки и липиды развивающихся яиц. Энергия, требуемая в течение периода диапаузы, может высвободиться в результате окисления липидов.

Обмен жиров в значительной степени определяет, насколько экономно расходуются насекомыми энергетические ресурсы. Основное направление жирового обмена (в сторону синтеза, окисления или взаимного превращения) изменяется в течение жизненного цикла [2, 20, 21].

Исследования жировых резервов капустной совки, культивируемой на искусственных питательных средах для получения вирусного препарата ВИРИН-ЭКС, до настоящего времени не проводились.

Накопление и изменение количества жиров в организме капустной совки в зависимости от условий разведения представляет интерес, во-первых, для определения значения этих веществ при воспроизвод-

стве и сохранении культуры и, во-вторых, в связи с накоплением вирусной биомассы зараженными гусеницами.

Материал и методы

Работа проводилась на кафедре энтомологии Тимирязевской академии и в лаборатории вирусных препаратов ВНИИБакпрепарат с 1978 по 1981 г.

Метод выращивания капустной совки на искусственных питательных средах (ИПС) достаточно подробно изложен в предшествующих работах [10, 11].

В опытах использовались ИПС Пуату [25] (условно МП-1); Цветаевой [15] (Ц), содержащие дефицитные компоненты и сырье пищевой промышленности (зародыши пшеницы, семена бобовых, сахарозу, льняное масло и др.), а также диеты, в которых эти ингредиенты были исключены или заменены отходами пивоваренной промышленности, — ИПС Борисовой [1] (МБ) и Орловской и др. [11] (МП-2). Кроме того, при изучении накопления гусеницами вирусной биомассы использовали ИПС № 240 и 34, разработанные в лаборатории вирусных препаратов ВНИИБакпрепарат. В среде № 240 соотношение белков и углеводов 1:1, а в ИПС № 34 преобладают углеводы. Контрольной питательной средой был зеленый корм — марь белая (*Слеporodiuм album L.*).

Содержание жира в теле гусениц и куколок определяли экстракционным методом в микроаппаратах Сокслета [4]. В качестве растворителя использовали этиловый эфир.

Все эксперименты проводились в 4—7-кратном повторении. Полученные результаты обрабатывались методами дисперсионного и корреляционного анализов [7].

Динамика накопления жировых резервов гусеницами капустной совки в VI возрасте в зависимости от диеты (в среднем на 1 гусеницу)

Показатель	ИПС	Часы после линьки					
		0	24	48	72	96	
Масса тела живой гусеницы, мг	МБ	192,2	414,7	627,6	667,8	814,3	
	МП-2	188,9	310,4	484,6	560,5	619,0	
	Ц	176,8	246,7	351,5	376,5	486,9	
НСР ₀₅		33,42	47,59	43,40	54,72	80,95	
	Масса сухих обезжиренных веществ, мг	МБ	20,8	44,2	70,2	80,9	123,2
		МП-2	24,5	32,6	54,7	76,6	93,2
Ц		17,2	24,1	34,6	36,3	46,8	
НСР ₀₅		3,51	8,84	9,66	31,09	19,73	
	Масса жира, мг	МБ	2,48	8,38	21,96	26,60	34,12
		МП-2	2,36	8,84	18,27	25,50	33,36
Ц		2,24	3,74	7,99	8,32	9,52	
НСР ₀₅		1,92	3,14	3,82	6,43	8,42	
	Содержание жира в сухом веществе, %	МБ	10,6	15,9	23,8	24,7	21,7
		МП-2	8,8	21,4	25,0	24,9	26,4
Ц		11,6	13,5	18,8	20,0	16,9	
НСР ₀₅		6,93	7,06	6,17	8,73	6,22	

Роль жировых резервов в воспроизводстве капустной совки

Накопление жира капустной совкой исследовалось в зависимости от корма и светового режима выращивания гусениц. Биологические параметры экспериментальной популяции (продолжительность развития, выживаемость, продуктивность и др.) сопоставлялись с размерами жировых запасов. Изучалась изменчивость количества жира в процессе морфогенеза имаго и реактивации диапаузирующих куколок.

Накопление жировых резервов гусеницами в зависимости от корма. Результаты проведенных экспериментов показали, что развитие гусениц капустной совки и накопление ими жировых резервов в значительной мере зависит от состава ИПС.

К моменту линьки в V и VI возрасты масса тела гусениц и запасы жира во всех вариантах ИПС были приблизительно одинаковыми ($P > 0,05$), хотя между некоторыми вариантами отмечались существенные различия по продолжительности развития (табл. 1). Например, при содержании на ИПС Ц гусеницы достигали VI возраста значительно позже, чем на МБ и МП-2, однако к VI возрасту все особи не различались по массе тела и жировым резервам. За время развития гусениц VI возраста в течение 96 ч с момента линьки на ИПС МП-2 и МБ среднесуточные прибавки массы сухих веществ и жировых резервов были соответственно в 2,5–3,4 и 4,3–4,4 раза больше, чем на ИПС Ц. Несмотря на то, что гусеницы, выращиваемые на ИПС МП-2 и МБ, накапливали больше жира, его удельное содержание в массе сухих веществ во всех вариантах при каждом анализе оказывалось приблизительно одинаковым. По-видимому, в данном случае процентное содержание жировых резервов не отражает реальную изменчивость запасов жира в зависимости от корма.

Однако по этому показателю можно судить, например, об интенсивности изменения признаков в разные сроки развития гусениц. Например, накопление запасов жира гусеницами на ИПС МБ и МП-2 в исследуемый период шло быстрее, чем нарастание массы тела. Сопряженность между накоплением жировых резервов и массой живых гусениц описывается уравнением отрицательной параболы [17, 21, 24]. Причем характер этих кривых зависит от диеты.

На рис. 1 видно, что в вариантах ИПС МП-2 и МБ, в которых скорость развития насекомых выше, жировые резервы накапливаются более пропорционально относительно массы тела гусениц. Об этом, в частности, свидетельствует значение коэффициента при первом члене квадратного трехчлена. При $a \rightarrow 0$ величина $ax^2 \rightarrow 0$ и уравнение для данной области значений x приближается к виду $y = bx + c$.

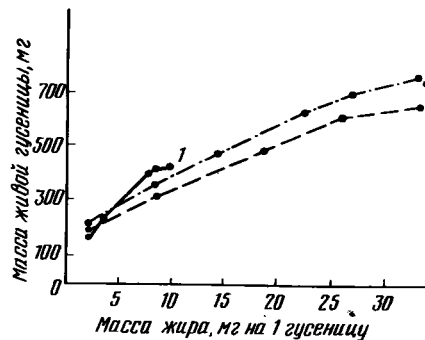


Рис. 1. Сопряженность массы живых гусениц с массой жировых резервов в зависимости от диеты.

1 — ИПС Ц, $y = -3,71x^2 + 79,5x + 2,11$; 2 — ИПС МП-2, $y = -0,281x^2 + 24,1x + 129,5$; 3 — ИПС МБ, $y = -0,263x^2 + 27,7x + 152,0$.

Установленная связь представляет практический интерес. Например, если предположить, что прирост массы тела и жира у гусениц совки в каждом варианте ИПС специфичен, то о содержании в организме жировых резервов можно будет судить по графику, минуя проведение специального анализа.

Эксперименты показали, что выживаемость гусениц выше на тех диетах, на которых они быстрее развивались и более интенсивно накапливали жир, т. е. на средах МП-2 и МБ. Между жизнеспособностью гусениц совки и количеством накопленного жира установлена положительная корреляция ($r=0,879$).

Отмечены некоторые различия в продуктивности имаго, полученных на разных ИПС. При этом не всегда более быстрое развитие гусениц, высокая их выживаемость и более интенсивное накопление жировых резервов соответствовало повышенной плодовитости самок. Так, гусеницы, выращиваемые на ИПС Ц, дольше развивались и медленнее накапливали жир. Тем не менее бабочки в этом варианте отличались высокой плодовитостью (в среднем на одну самку по $919,1 \pm 164,1$ яиц). Самки в варианте с ИПС МП-2 и МБ откладывали соответственно $690,9 \pm 176,1$ и $859,0 \pm 195,0$ яиц.

Таким образом, диета оказывала существенное влияние на накопление гусеницами капустной совки жировых резервов. Чем скорее насекомые развивались и чем динамичнее происходило накопление жира, тем выше была их жизнеспособность. По скорости развития, интенсивности аккумуляции жира гусеницы, выращиваемые на диетах МП-2 и МБ, лишенных дефицитных и дорогостоящих компонентов, значительно превосходили насекомых, культивируемых на диете Ц.

Накопление гусеницами жировых резервов в зависимости от фотопериода. Гусеницы в опытах находились в условиях короткого светового дня (12 ч), индуцирующего диапаузу у куколок, и в условиях длинного дня (18 ч), который препятствовал ее появлению. Гусениц выращивали на ИПС МП-2. В опыте I насекомых I и II возрастов содержали при фотофазе 18 ч, а начиная с III возраста часть гусениц переводили на режим короткого дня. По данным С. Масаки [22], примерно у 80% особей капустной совки, выращенных таким способом на листьях капусты, формировалась диапауза. Анализ жира проводили в VI возрасте после 96 ч питания. В опыте 2 гусениц выращивали при обоих режимах с момента вылупления из яиц. Содержание жира в теле насекомых определяли через 72 и 96 ч после начала питания в VI возрасте.

В условиях короткого дня насекомые развивались на 4,2—5,4 дня дольше, причем наибольшие различия наблюдались во II, IV и V возрастах. У гусениц VI возраста развитие шло приблизительно одинаково при обоих световых режимах. Выживаемость преимагинальных стадий не зависела от фотопериода; количество осо-

бей, доживших до стадии куколки, составляло 63—65% исходного.

Условия короткого светового дня способствовали индукции диапаузы. Так, при фотопериоде 12 ч отмечалась диапауза у 30—100% особей.

Гусеницы, содержащиеся в условиях короткого светового дня начиная с III возраста, ко времени анализа содержали больше жира, чем гусеницы, развитие которых происходило в режиме длинного дня (табл. 2). Причем если масса живых гусениц и масса сухих обезжиренных ве-

Т а б л и ц а 2

Накопление жировых резервов
в зависимости от фотопериода
в среднем на 1 гусеницу (в числителе —
фотопериод 18, в знаменателе — 12 ч)

Часы после ляльки в VI возрасте	Масса тела жи- вой гусеницы, мг	Масса сухих обезжиренных веществ, мг	Масса жира, мг	Содержание жи- ра в сухом ве- ществе, %
Опыт 1				
96	$\frac{737,7}{781,9}$	$\frac{118,1}{121,9}$	$\frac{30,2}{35,6}$	$\frac{20,4}{22,6}$
НСР ₀₅	62,37	20,48	3,29	—
Опыт 2				
72	$\frac{626,5}{591,4}$	$\frac{71,2}{59,1}$	$\frac{17,2}{18,4}$	$\frac{19,1}{23,6}$
НСР ₀₅	153,4	29,65	7,41	—
96	$\frac{735,0}{628,0}$	$\frac{120,9}{101,8}$	$\frac{23,3}{32,8}$	$\frac{16,3}{24,6}$
НСР ₀₅	208,3	27,01	6,88	5,05

ществ в первом случае были больше соответственно на 5,7 и 3,1% ($P > 0,05$), то масса жира — выше на 15,2% ($P < 0,05$).

В опыте, где гусеницы находились при различных фотопериодах начиная с I возраста, нарастание массы жира также зависело от режима освещения. Интересно отметить, что через 72 ч питания в VI возрасте содержание жира в теле гусениц обоих вариантов было еще одинаковым, но через 96 ч между ними по этому показателю наблюдались существенные различия. Значительно больше жира накапливалась капустной совкой при коротком дне (табл. 2).

Заслуживают внимания и данные о процентном содержании жира относительно массы сухих веществ тела насекомых. В обоих опытах оно оказалось достоверно выше при фотопериоде 12 ч. Отмечены существенные различия по этому показателю уже после 72 ч питания гусениц в VI возрасте, тогда как абсолютное количество жира было одинаковым при том и другом режимах. Дальнейшее увеличение разли-

Масса жировых резервов в зависимости от ИПС и фотопериода
(в среднем на 1 куколку)

Время анализа (фактор А)	ИПС (фактор В)	Фотопериод, ч (фактор С)	Масса тела живой куколки, мг	Масса сухих обезжиренных веществ, мг	Масса жира, мг	Содержание жира в сухом веществе куколки, %
Через 48 ч после окукливания	МБ	12	428,3	95,5	28,9	23,2
		18	372,9	82,8	37,1	31,0
После «потемнения глаз» у бездиапаузных куколок	МП-1	12	470,3	105,8	39,7	27,3
		18	457,3	105,9	56,6	34,9
	МБ	12	372,9	81,7	26,9	34,5
		18	398,8	87,2	36,6	29,6
Перед вылетом имаго	МП-1	12	452,2	105,7	38,1	26,5
		18	442,8	97,3	49,2	33,5
	МБ	18	356,4	74,3	37,9	33,8
		18	389,0	80,3	43,6	35,1

чий указывает на то, что в условиях, индуцирующих диапаузу, прирост резервов жира относительно прибавки массы сухих веществ выражен сильнее.

Полученные результаты согласуются с литературными данными [6, 9, 13], свидетельствующими о том, что подготовка гусениц чешуекрылых к диапаузе сопровождается ясно выраженным увеличением общей массы жирового тела и изменением внешнего вида тканей за счет липоидных включений. Причем, как показал анализ, под действием фотопериода у гусениц последнего возраста изменяется процентное содержание жира. По-видимому, при изучении влияния на гусениц светового режима целесообразно использовать показатель — процентное содержание жира.

Содержание жира в куколках в зависимости от физиологического состояния. Этот показатель изучался у бездиапаузных и диапаузирующих куколок в разные периоды времени и в связи с их выживаемостью и плодовитостью имаго.

Гусениц выращивали при двух режимах: индуцирующем диапаузу (фотопериод 12 ч, температура 16°) и не индуцирующем диапаузу (фотопериод 18 ч, температура 22°). В одном из опытов выращивание гусениц проводилось на ИПС МП-1 и МБ, в другом — на ИПС МБ и Ц. Анализ подтверждал только куколок самок, поскольку по содержанию липидов у многих видов обнаружен половой диморфизм [3, 19, 23]. У куколок анализировали содержание жира, сухих веществ и воды в следующие сроки: 1 — через 48 ч после окукливания; 2 — после «потемнения глаз» у бездиапаузных куколок (у диапаузирующих особей признаков гистогенеза не наблюдалось); 3 — перед вылетом бабочек (анализировали лишь только бездиапаузные куколки); 4 — после прохождения диапаузирующими куколками холодовой реактивации.

Диапаузирующих куколок реактивировали при температуре 3—5° в течение 5 мес.

Из табл. 3 видно, что по массе тела куколки, полученные при обоих режимах на

ИПС МП-1 и МБ, не различались ($P > 0,05$). Вместе с тем в куколках с ИПС МП-1 было больше сухих веществ ($P < 0,01$).

Дисперсионный анализ данных показал, что масса жировых резервов зависела от продолжительности светового дня и диеты. В куколках, полученных при 18-часовом фотопериоде на ИПС МП-1, накапливалось значительно больше жира ($P < 0,01$). Обнаружено также влияние пищи и фотопериода на содержание жира в сухом веществе их тела. Согласно результатам статистической обработки, этот показатель в большей степени зависел от продолжительности светового периода (сила влияния $\eta^2 = 43,5 \pm 1,9\%$; $P < 0,01$), чем от диеты ($\eta^2 = 11,8 \pm 2,9\%$; $P > 0,05$). В то же время диета сильнее влияла на массу жира ($\eta^2 = 27 \pm 2,4\%$; $P < 0,01$), чем фотопериод ($\eta^2 = 19,8 \pm 2,6\%$; $P < 0,025$). Несмотря на то, что содержание жира в сухом веществе зависело от совместного влияния питательной среды и длины светового дня ($\eta^2 = 19,3 \pm 8,9\%$), достоверность этой зависимости не подтверждена ($t_{\text{теор}} = 2,95$; $t_{\text{факт}} = 2,17$).

Все фиксируемые параметры не зависели от времени проведения анализов.

В следующем опыте изучаемые признаки у куколок находились в тесной зависимости от вида ИПС (табл. 4). Масса куколок в варианте ИПС МБ была больше, чем в случае ИПС Ц ($\eta^2 = 35,8 \pm 2,1\%$; $P < 0,01$), они содержали больше сухих веществ ($\eta^2 = 40,4 \pm 2,7\%$; $P < 0,01$) и особенно жира ($\eta^2 = 60,3 \pm 3,6\%$; $P < 0,001$).

Влияние фотопериода выражалось в том, что между диапаузирующими и бездиапаузными куколками существовали различия по массе сухих обезжиренных веществ и процентному содержанию жира ($P < 0,05$). В покоящихся особях было меньше свободного жира и больше сухих веществ.

Анализ полученных данных показал, что в процессе 150-дневной реактивации масса куколок изменилась незначительно ($P > 0,05$), заметно снизилось в них содержание сухих веществ ($P < 0,05$) — на 25,4

Масса жировых резервов в куколках в зависимости от их физиологического состояния (в среднем на одну)

Физиологическое состояние (фактор А)	ИПС (фактор В)	Масса тела живой куколки, мг	Масса сухих обезжиренных веществ, мг	Масса жира, мг	Содержание жира в сухом веществе, %
Бездиапаузные через 48 ч после окукливания	МБ	502,9	116,9	60,7	34,3
	Ц	469,3	99,0	43,4	30,6
Диапаузирующие через 48 ч после окукливания	МБ	541,3	130,9	60,4	31,7
	Ц	459,6	110,0	39,5	26,4
После завершения холодной реактивации	МБ	497,8	96,8	46,6	32,5
	Ц	467,5	93,5	39,6	29,7

и 15,0 % соответственно в вариантах ИПС МБ и Ц ($P < 0,01$).

Изменения массы жировых резервов за время реактивации зависели от диеты. В варианте ИПС МБ содержание свободных липидов в теле куколки снизилось на 23,5 %, а в варианте ИПС Ц оно оставалось на прежнем уровне (табл. 4).

Сопоставление жировых резервов куколки с продуктивностью имаго показало, что при больших запасах жира, как правило, плодовитость ниже. Так, в одном из опытов масса куколки на ИПС МП-1 и содержание в них жира были более высокими, а плодовитость самок существенно ниже ($299,5 \pm 73,1$ яиц на 1 самку), чем у особей, выращенных на диете МБ ($509,5 \pm 103,5$ яиц). В другом опыте бездиапаузные куколки, полученные на ИПС МБ и Ц, различались по содержанию жира, но самки в обоих вариантах отложили одинаковое количество яиц.

Что касается плодовитости постдиапаузных самок, то количество откладываемых ими яиц не было сопряжено с содержанием жира в теле куколки. Особи в варианте ИПС Ц содержали меньше жира, но они лучше выживали, а постдиапаузные бабочки отличались большей плодовитостью.

Наши опыты показали, что куколками капустной совки, полученным при выращивании гусениц на ИПС при различных фотопериодах, свойственны общие закономерности в накоплении и изменении запасов жира. Ранее эти закономерности были установлены для насекомых природных популяций, питающихся естественным кормом. Например, диапаузирующим куколкам свойственно пониженное содержание свободного жира, что обусловлено образованием энергетически более выгодного липопротеинового комплекса [6, 8]. Известно также, что обменные процессы с участием свободного жира происходят только при оптимальной для развития температуре, а в условиях низких температур главным энергетическим субстратом являются углеводы и другие вещества. Этим объясняется наблюдаемое нами незначительное уменьшение массы жира в процессе реактивации диапаузирующих куколок и значительное уменьшение массы сухих веществ. Тот факт, что в варианте ИПС МБ за время реактивации

содержание жира снизилось, вероятно, связан с тем, что расход жировых резервов происходил в период, предшествующий воздействию низких температур.

Полученные в ходе экспериментов данные о динамике жировых резервов при метаморфозе расходятся, однако, с литературными. Так, в исследованиях [21] установлено, что у большинства насекомых количество свободных липидов снижается к середине метаморфоза и увеличивается к завершению превращения. В наших опытах это не подтвердилось.

Заслуживают внимания результаты о связи содержания жира в куколках с плодовитостью имаго. Как указывалось выше, во всех опытах самки, образовавшиеся из куколок, содержащих больше жира, откладывали мало яиц. В литературе об этом явлении сведения весьма противоречивы.

Низкую способность капустной совки и других видов чешуекрылых продуцировать потомство в условиях эксперимента, несмотря на повышенные массу тела и содержание жира, мы попытались объяснить следующим образом. При лабораторном культивировании исчезают факторы, порождающие конкуренцию за пищу. Сама пища обогащается высокопитательными компонентами, а почти неподвижный образ жизни в ограниченном пространстве ведет к сокращению затрат энергии на передвижение гусениц и полет бабочек. Насекомые, питающиеся ИПС и концентрированными растворами меда и сахара, уподобляются «животным на откорме», у которых резко возрастает доля нереализованных резервов. Это ведет к нарушению обмена веществ и, по-видимому, неблагоприятно отражается на развитии и функционировании половой системы. В результате насекомые, накопившие большое количество резервов, плохо спариваются и откладывают мало яиц. Так же можно объяснить и низкую репродуктивную активность постдиапаузных особей, которые к началу половой деятельности сохраняют большое количество нереализованных запасов жира.

Отсюда следует, что при выборе диет, обеспечивающих непрерывное воспроизводство культуры капустной совки, содержание жира в куколках не является признаком, определяющим плодовитость имаго.

Низкая репродуктивная активность в постдипаузный период также не связана с содержанием резервных жиров в теле куколок.

Связь жировых резервов гусениц капустной совки с накоплением вирусной биомассы

Установлено, что основным местом репликации вируса ядерного полиэдроза в теле гусениц чешуекрылых являются гемоциты, клетки трахейного эпителия, гиподермы, жирового тела. На гистологических срезах насекомых, зараженных полиэдрозом, большое скопление полиэдров обнаруживалось в клетках жирового тела, которые разрушались под действием вируса [12, 16].

При разработке приемов, направленных на увеличение выхода вирусной биомассы для получения вирусного препарата ВИРИН-ЭКС, необходимо выяснить, в каких тканях накапливается инфекция у зараженных насекомых при содержании их на разных ИПС. Предполагали, что масса экстрагируемого жира свидетельствует о размерах жирового тела, а масса сухих обезжиренных веществ характеризует развитие остальных органов и тканей.

В первых экспериментах исследовалась связь между накоплением гусеницами совки жира и вируса в вариантах инфицированных ИПС № 240 и 34, а также при питании листьями мари белой.

Процент жира и выход вирусной массы были выше в случаях содержания зараженных насекомых на искусственных питательных средах (рис. 2). При этом удельное содержание жира в сухом веществе тела гусениц в обоих вариантах ИПС одинаковое, но на ИПС № 240 насекомые на-

капливали больше вирусной массы. Учитывая это обстоятельство, мы попытались проследить зависимость накопления вируса от массы жира. Данные показатели выше у гусениц, содержащихся на ИПС № 34, чем у питающихся листьями мари, хотя последние тяжелее и содержат больше сухих веществ. Видимо, размер накопления вирусной биомассы связан не столько с количеством сухих веществ, сколько с массой жира. Об этом говорит и тот факт, что насекомые в варианте ИПС № 240 содержали больше жира и вируса, чем особи, получавшие зеленый корм, тогда как по массе живых гусениц и сухих веществ эти варианты статистически не различались.

Т а б л и ц а 5

Накопление жировых резервов и вирусной биомассы в зависимости от диеты (в среднем на одну гусеницу)

ИПС	Масса сухих обезжиренных веществ, мг	Масса жира, мг	Содержание жира в сухом веществе, %	Выход вирусной биомассы, млрд. полиэдров
МП-1	94,4	22,4	24,1	2,35
МП-2	89,4	22,0	24,6	6,32
Ц	62,1	13,3	21,5	1,35
НСР ₀₅	10,39	4,11	3,18	1,71

В результате корреляционного анализа установлена тесная связь между накоплением жира и выходом вирусной биомассы ($r=0,985$, $t_{теор}=3,25$; $t_{факт}=197,0$; $P<0,01$). В то же время зависимость между массой сухих веществ, процентным содержанием жира и накоплением вируса не найдена.

С появлением ИПС МП-1, МП-2, МБ и Ц, которые в отличие от диет № 240 и 34 состояли из небольшого числа компонентов и не содержали дефицитных и дорогостоящих ингредиентов, исследования в этом направлении были продолжены.

В случаях ИПС МП-2 и МБ гусеницы капустной совки накапливали больше вирусной биомассы, чем в вариантах МП-1 и Ц [12]. Выход вирусной массы на этих диетах зависел от жирового запаса.

Данные опытов показали, что гусеницы, содержащиеся на диете МП-2, накапливали больше вируса, чем на диетах МП-1 и Ц, соответственно в 2,7 и 4,7 раза. В вариантах ИПС МП-1 и МП-2 содержание жира было одинаковым (табл. 5). Попарное сравнение вариантов ИПС МП-1 с МП-2, а также МП-1 с Ц не выявило корреляции между исследуемыми признаками. Однако при сравнении вариантов ИПС МП-2 и Ц наблюдалась четкая зависимость выхода вирусной массы от содержания запасов жира и вируса ($r=0,985$, $t_{теор}=2,45$, $t_{факт}=11,51$ для $P=0,01$).

Несоответствие между накоплением гусеницами вируса и массой жира в вариан-

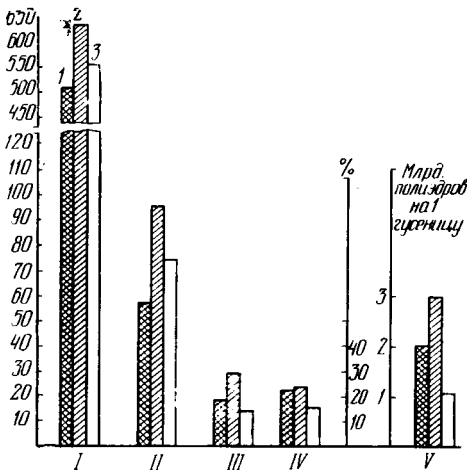


Рис. 2. Накопление жировых резервов и вирусной биомассы гусеницами капустной совки в зависимости от диеты.

1 — ИПС № 34; 2 — ИПС № 240; 3 — марь белая; I — масса живой гусеницы; II и III — масса сухих обезжиренных веществ и жира в среднем на 1 гусеницу; IV — содержание жира в сухом веществе; V — выход вирусной биомассы.

те с ИПС МП-1 мы объясняем качеством диеты. В состав ИПС МП-1 входят зародыши пшеницы, которые, будучи свежими, содержат витамин Е (α -токоферол). Известно, что витамин Е обладает высокой антиокислительной способностью. В животноводстве добавки, содержащие витамин Е, способствуют устойчивости организмов по отношению к инфекции [5]. Кроме того, α -токоферол способен проникать через кишечную стенку в жировую ткань и накапливаться в ней [4]. Возможно, в варианте ИПС МП-1 гусеницы совки накапливали витамин Е в жировом теле, который способствовал повышению резистентности насекомых к вирусу ядерного полиэдроза, несмотря на высокое содержание в их теле жировых резервов. Поэтому ИПС МП-1 непригодна для выращивания гусениц капустной совки, предназначенных для культивирования в них вируса.

Таким образом, наши исследования позволили установить, что у инфицированных гусениц капустной совки накопление вирусной биомассы зависит от содержания в их теле жировых резервов. Причем с выходом вируса коррелирует масса жира, а не относительное его содержание. Поэтому в целях увеличения выхода вирусной биомассы следует выбирать ИПС, на которых гусеницы накапливают больше жира. Необходимо, однако, учитывать состав компонентов, входящих в рецептуру сред. Ингредиенты, содержащие витамин Е и, по-видимому, другие стимуляторы роста, должны быть исключены из состава диет, предназначенных для культивирования зараженных гусениц капустной совки.

Искренне благодарен заведующей лабораторией вирусных препаратов ВНИИбак-препарат Е. В. Орловской и профессору Ю. А. Захваткину за многочисленные консультации, а также сотрудникам лаборатории Ю. А. Масюку и Е. Б. Романовой и студенту Ю. И. Мешкову за помощь, оказанную при проведении экспериментов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борисова А. Е. Искусственная среда для фитофагов. — Авт. свид. СССР, кл. А 01 К 67/00, № 651761, заявл. 15.11.77, № 2544036, опубли. 18.03.79. — 2. Гилмур Д. Метаболизм насекомых. М.: Мир, 1969. — 3. Зубова В. А. Жиры в организме дубового шелкопряда. — Уч. зап. МГПИ им. В. И. Ленина, 1957, т. 98, № 8, с. 3—29. — 4. Калмыков С. Т. Определение качества кормовых жиров. М.: Колос, 1976, с. 38—99. — 5. Кретович В. Л.

Основы биохимии растений. М.: Высшая школа, 1971. — 6. Кузнецова И. А. Об изменениях жировой ткани в связи с фотопериодической реакцией и диапаузой насекомых. — Зоол. журн., 1955, т. 34, № 3, с. 532—541. — 7. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980, с. 215—240. — 8. Ларченко К. И. Цикл развития жирового тела лугового мотылька и озимой совки и его связь с созреванием и плодовитостью. — Энтомолог. обозр., 1937, т. 27, вып. 1—2, с. 29—75. — 9. Ларченко К. И. Закономерности онтогенеза насекомых. — Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1956, т. 23, с. 5—214. — 10. Монастырский А. Л., Соломатин В. М. Влияние структуры скрещивания на жизнеспособность капустной совки *Mamestra brassicae* L. при длительном ее выращивании на различных искусственных питательных средах. — Изв. ТСХА, 1981, вып. 6, с. 126—132. — 11. Орловская Е. В., Масюк Ю. А., Романова Е. Б., Друй Э. Г., Монастырский А. Л. Интенсивность размножения вируса ядерного полиэдроза в гусеницах капустной совки при питании на разных искусственных питательных средах. — Тр. Латв. с.-х. акад. Елгава, 1980, вып. 181, с. 75—77. — 12. Тарасевич Л. М. Вирусы насекомых. М.: Наука, 1975, с. 26—34. — 13. — Ушатинская Р. С. Основы холодостойкости насекомых. М.: Изд-во АН СССР, 1957. — 14. Харсун А. И. Биохимия насекомых. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1976, с. 231. — 15. Цветаева И. А. Искусственные среды. — Защита растений, 1976, № 3, с. 17. — 16. Штейнхаусс Э. Патология насекомых. М.: ИЛ, 1952. — 17. Battista G. W. — J. N. Y. Entomol. Soc., 1954, vol. 62, p. 27—37. — 18. Cheng H. H. — Can. Entomol., 1972, vol. 104, N 6, p. 919—925. — 19. Domrgoese K., Gilbert L. — J. Exp. Biol., 1964, vol. 41, p. 573. — 20. Energy metabolism in insects. /ed. Downer. N. Y. — L., Plenum Press, 1981. — 21. Fast P. — Prog. in the Chem. of Fats and Other Lipids, 1970, vol. XI, part 2, p. 181—242. — 22. Masaci S. — Jap. J. Appl. Zool., 1956, vol. 21, N 3, p. 97—107. — 23. Niemierko S., e. a. — Acta Biol. Exp. (Warsawa), 1956, vol. 17, p. 255. — 24. Pearincott G. — J. Cellular Comp. Physiol., 1960, vol. 55, p. 167—173. — 25. Poitout S., Bues R. — Ann. Zool. Ecol. Anim., 1974, vol. 6, N 3. — 26. Rockstein M. — Biochemistry of insects. Academic Press, N. Y. — San Francisco — L., 1978.

Статья поступила 18 августа 1982 г.

Summary

Accumulation of fat resources by caterpillars and content of these resources in pupae depended upon the alimentation of the insects and the duration of light day. Diet and photoperiod affected the utilization of fat resources in the period of morphogenesis during reactivation of diapausing specimens. It was found that the reproductive activity of postdiapause specimens does not depend upon fat resources content in the body of cabbage moth.

On the basis of positive correlation between the accumulation of fat by healthy caterpillars and the output of viral biomass from contaminated specimens perspective diets were suggested for growing cabbage moth with the objective of manufacturing the preparation VIRIN-EKS.