

противляемость к инсектицидам и болезнетворным микробам.

Наши трехгодичные полевые и лабораторные исследования по бактериологическому методу борьбы с сибирским шелкопрядом также показали, что меньшую сопротивляемость оказывают гусеницы, израсходовавшие свой жировой запас и, как правило, смертность среди них от энтомопатогенных культур достигала 100%. Одновременно было установлено бактериостатическое действие жиров, выделенных из гусениц сибирского шелкопряда, на ряд тест микроорганизмов — *Bacillus mycoides*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus subtilis*, *Bacterium coli*, *Sarcina lutea*, *Azotobacter chroococcum*, *Sacharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*.

Нами так же было отмечено, что в обмене жиров в организме сибирского шелкопряда большую роль играет кишечная микрофлора самих гусениц. В организме опытных (стерильных) гусениц, получавших хвою нестерильную, не было обнаружено жировых отложений, и такие гусеницы быстро погибали от инфекции. Гусеницы нестерильные, получавшие стерильный корм, отложили жир. Исходя из этих наблюдений, мы поставили задачу — выяснить роль нормальной микрофлоры кишечника в обмене жиров в организме гусениц шелкопряда с целью управления ею для более успешного применения микробиологического метода борьбы с этим вредителем.

Сибирский шелкопряд на громадных площадях (в миллионы гектар) опустошает сибирскую тайгу, объедая полностью хвою таких ценных пород деревьев, как сосна, кедр, пихта, лиственница (рис. 1), поэтому разработка наиболее эффективных методов борьбы с ним является важнейшей задачей всех работников биологической науки.

Объектом наших исследований были гусеницы сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus* T., выращенные в стерильных условиях из стерильных яиц.

В опыте гусеницы были разбиты на четыре группы:

1. Контрольная — гусеницы кормились хвоей в естественных условиях сибирской тайги.
2. Опытная 1 — гусеницы кормились стерильной хвоей,



Рис. 1. Лес, объединенный сибирским шелкопрядом (на переднем плане высохшая лиственница)

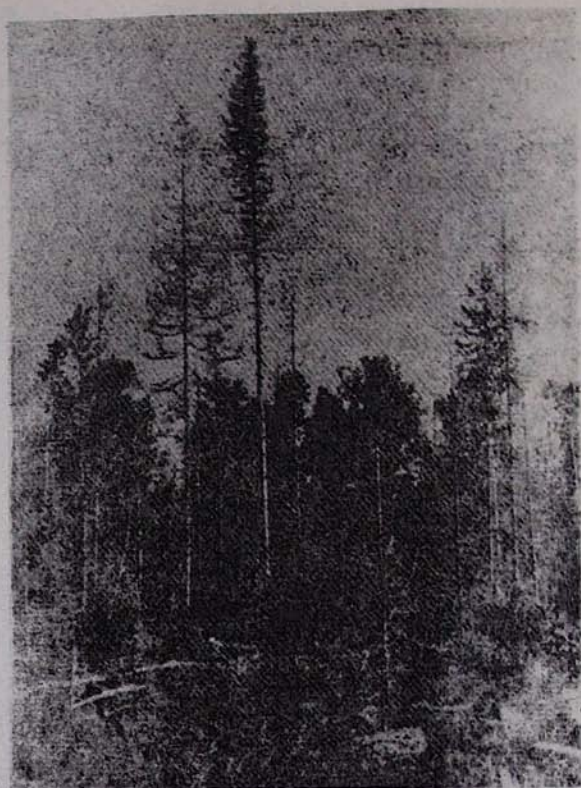


Рис. 2. Лес, объединенный сибирским шелкопрядом (на переднем плане высохшая лиственница)

опрыснутой двухсуточной живой культурой нормальной микрофлоры*.

3. Опытная 2 — гусеницы кормились стерильной хвоей, опрыснутой убитой культурой нормальной микрофлоры.

4. Опытная 3 — гусеницы кормились стерильной хвоей без нормальной микрофлоры.

* Под нормальной микрофлорой понимаем микрофлору, которая постоянно находится и выделяется из кишечного тракта насекомых и связана со всем циклом его развития. Видовой состав микробов еще не определен.

В каждой группе было взято 100 гусениц одного возраста. По окончании опыта гусеницы были фиксированы в спирте для определения в них накопления жира по Сокслету.

Константы жира и насыщенные жирные кислоты определяли по Белозерскому и Проскуракову (1951), омыление жира — с помощью 0,5% КОН.

Общая численность микроорганизмов определялась на МПА и на картофельном агаре перед фиксацией материала.

Материалы исследований по группам гусениц сведены в табл. 1. Из приведенных в ней данных видно, что гусени-

цы сибирского шелкопряда, питавшиеся в естественных условиях тайги, росли нормально. Накопление жира в организме шло довольно быстро. Общее состояние гусениц было хорошее. С возрастом насекомых отмечалось увеличение жира, а накопленный жир обладал высоким бактериостатическим действием в отношении ряда тестов, достигающим до 1 см зоны стерильности

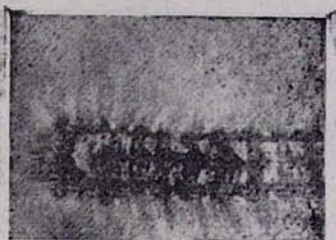


Рис. 3. Гусеница сибирского шелкопряда (увеличение в 2 раза)

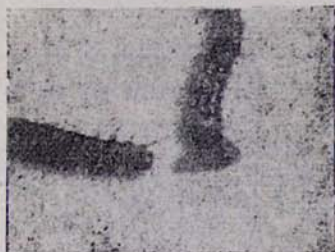


Рис. 4. Гусеницы сибирского шелкопряда в момент искусственного кормления (натуральная величина)

(табл. 2). Численность нормальной микрофлоры с возрастом также увеличивалась.

Иначе вели себя гусеницы, получавшие стерильный (без живых микроорганизмов) корм. В организме таких гусениц отложение жира было незначительным, причем жир совершенно не обладал бактериостатичностью к применяемым тестам. У гусениц была задержана линька, наблюдалась вялость и меньшая сопротивляемость к энтомопатоген-

Таблица 1

Участие микроорганизмов в жировом обмене гусениц сибирского шелкопряда

Контрольная группа				Подопытная группа № 1		
возраст гусениц	жир в % к сухому весу	иодное число	общее число микробов на 1 гусен. (в тыс.)	жир в % к сухому весу	иодное число	общее число микробов на 1 гусен.
Гусеница I	7,16	83,0	6,000	8,00	90	5,000
Гусеница II	8,08	112	14,000	8,80	132	13,500
Гусеница III	9,30	128	25,000	9,70	150	23,000
Линька IV	8,75	110	18,000	9,40	120	19,000
Гусеница IV	10,20	139,4	100,000	11,00	170	85,000
Линька V	9,10	124	60,000	10,5	135	60,000
Гусеница V	10,40	140	250,000	13,4	183	240,000
Линька VI	9,3	130	100,000	12,6	140	95,000
Гусеница VI	13,4	120	400,000	13,8	164	350,000
Перед окуклив.	12,3	160	200,000	14,2	198	150,000
После окуклив.	12,8	140	140,000	14,0	170	100,000

Подопытная группа № 2				Подопытная группа № 3		
возраст гусениц	жир в % к сухому весу	иодное число	общее число микробов на 1 гусен. в тыс.	жир в % к сухому весу	иодное число	общее число микробов на 1 гусен. в тыс.
Гусеница I	2,30	28	0,2	—	—	—
Гусеница II	3,00	35	0,3	—	—	—
Гусеница III	3,00	35	0,3	—	—	—
Линька IV	2,60	32	0,2	—	—	—
Гусеница IV	3,50	44	0,4	—	—	—
Линька V	2,80	36	0,2	—	—	—
Гусеница V	3,80	50	2000	—	—	—
Линька VI	3,00	40	1000	—	—	—
Гусеница VI	4,30	30	4000	—	—	—
Перед окуклив.	3,40	40	3000	—	—	—
После окуклив.	3,00	36	2000	—	—	—

ной культуре, и смертность среди них от инфекции составляла 95—100%.

Гусеницы, кормившиеся стерильной хвоей, опрыснутой нормальной микрофлорой (живой культурой), росли хорошо, общее состояние их было также хорошее, линька проходила нормально и во-время. Жир накапливался довольно

Таблица 2

Бактериостатические свойства жира гусениц сибирского шелкопряда

Группы	Возраст гусениц	(Зоны стерильности в мм)							
		<i>Sarcina lutea</i>	<i>Bac. mycodans.</i>	<i>Bac. megather.</i>	<i>Bac. subtilis</i>	<i>Bact. coli</i>	<i>Azotobact. chrooc.</i>	<i>Sacch. cerevisiae</i>	<i>Candida albicans</i>
Контрольная	Гусеница I	2	1	2	2	0	2	0	0
	Гусеница III	3	1	2	2	0	3	0	0
	Гусеница IV	3	1	2	3	1	3	1	2
	Гусеница V	4	2	3	3	1	4	1	2
	Линька VI	2	1	2	2	0	3	0	1
	Гусеница VI	8	2	3	3	1	5	2	2
	Перед линькой	3	1	2	2	2	2	1	1
	Перед окуклив.	10	3	4	3,5	1	5	3	2
	После окуклив.	10	3	3	2	0	5	2	1
Опытная 1	Гусеница II	0	0	0	1	0	1	0	0
	Гусеница III	2	0	0	1	0	3	0	0
	Гусеница IV	3	1	1	2	0	3	1	2
	Гусеница V	3	1	2	3	1	4	1	1
	Линька VI	2	0	1	2	0	2	0	1
	Гусеница VI	5	2	3	3	2	5	2	2
	Перед линькой	3	1	2	2	1	2	1	1
	Перед окуклив.	7	2	4	3	1	5	3	2
	После окуклив.	8	2	3	2	1	5	3	2
Опытная 2	Гусеница II—IV	0	0	0	0	0	0	0	0
	Гусеница V	0	1	0	0	0	1	0	0
	Линька VI	0	0	0	0	0	0	0	0
	Гусеница VI	2	1	0	1	0	2	1	0
	Перед линькой	1	0	0	0	0	1	0	0
	Перед окуклив.	0	1	1	0	0	1	0	0
	После окуклив.	0	0	0	0	0	1	0	0

значительно, цифры процента его к сухому весу близки к контрольным. Бактериостатичность жира к применяемым тестам была высокая, почти аналогичная контрольным группам.

Гусеницы, кормившиеся стерильной хвоей, опрыснутой убитой нормальной микрофлорой, были вялы, дряблы и отставали в росте. Накопление жира было незначительным и жир был не бактериостатичен (табл. 3).

В опытах для всех групп были взяты гусеницы шелкопряда в разные физиологические периоды — во время линьки, после линьки и до линьки. Общая численность мик-

роорганизмов уменьшается во время линьки и соответственно в этот период уменьшается количество жира в организме насекомых.

Анализ данных, приведенных в табл. 1, позволил сделать вывод, что с увеличением численности микроорганизмов в кишечнике насекомых увеличивается накопление жира и повышается его бактериостатическое действие. Максимальная бактериостатичность жиров отмечалась в конце VI возраста и перед окукливанием.

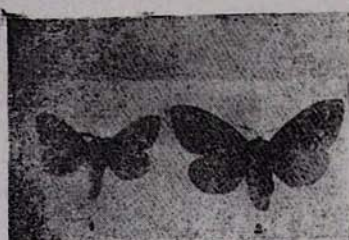


Рис. 5. Бабочка сибирского шелкопряда: 1 — самец, 2 — самка (уменьшено в 2 раза)



Рис. 6. Яйца бабочек сибирского шелкопряда (увеличено в 2 раза)

Уменьшение общей численности микроорганизмов и прекращение их деятельности в кишечнике насекомых вызвало резкое уменьшение отложения жиров и нарушение общего развития организма. Такие гусеницы на 100% восприимчивы к энтомопатогенной культуре.

В качестве энтомопатогенной культуры был испытан *Bacillus dendrolimus* Tal.

Особенно интересным для нас было выяснить, как изменяется в накопленных жирах иодное число (величина которого говорит о степени непереносимости жира) в связи с изменением общей численности микробов в кишечнике гусениц.

Опыт показал, что иодное число жира контрольных гусениц с возрастом увеличивается (табл. 3), снижение отмечено лишь в период линьки, окукливания и перед завивкой кокона. Эти данные дают нам право предположить, что

Таблица 3

Изменение состава жира куколок и бабочек сибирского шелкопряда

Группы	Число	Куколки (по дням)				Бабочки	
		2	4	6	8	перед вылетом бабочек	бабочка
Контрольная	Иодное . .	173	166	158	140	132	129
	Кислотное .	4,2	4,6	4,8	6,0	10,3	11,5
	Омыление	210	220	240	248	255	250
Опытная 1	Иодное . .	176	150	145	130	125	123
	Кислотное .	5,1	5,6	6,4	7,1	7,4	8,3
	Омыление	211	230	238	241	253	260
Опытная 2	Иодное . .	133	30	30	25	20	15
	Кислотное .	2,2	2,4	2,4	2,6	3,1	3,3
	Омыление	100	110	110	115	120	120
Опытная 3	Иодное . .	—	—	—	—	—	—
	Кислотное .	—	—	—	—	—	—
	Омыление	—	—	—	—	—	—

во время линьки, окукливания и завивки кокона расходуются жирные кислоты. Это предположение подтверждается также работами Кельнера (по Кожанчикову, 1939).

Опытная группа № 1, гусеницы которой кормились стерильной хвоей, опрыснутой нормальной микрофлорой (живой культуры), имела иодное число, близкое к контрольной группе (табл. 1).

Иодное число не было установлено только у опытной группы №₃, так как жир у них отсутствовал.

Опытные гусеницы всех групп кормились до последней стадии развития с целью получения имагинальной фор-

мы, с которой продолжались наблюдения за жировым обменом.

Жировой обмен сибирского шелкопряда в стадии куколок в контрольной группе и в опытных № 1 и 2 характеризовался постепенным уменьшением процента содержания жира и иодного числа до вылета бабочек. Но выход бабочек в опытной группе № 1 составлял 80%, а в опытной группе № 2 из куколок не выходило бабочек — они гибли в стадии куколок.

В период метаморфоза насекомых наблюдали за изменением состава жира, изменением показателя кислотного числа и числа омыления.

Анализ показал, что в жирах, выделенных из гусениц, получавших нормальную микрофлору (живая культура), кислотное число увеличивается к моменту вылета бабочек и резко снижается на третий день их лёта. Аналогичные результаты были и у контрольной группы. Число омыления жиров было повышено к концу развития у куколок опытной группы № 1 и у контрольных.

Исходя из всех приведенных данных, можно сделать следующие выводы:

1. Накопление жира в организме гусениц сибирского шелкопряда находится в прямой зависимости от деятельности нормальной кишечной микрофлоры.

2. С возрастом гусениц увеличивается общее число микроорганизмов, накопление жиров и их бактериостатическое действие.

3. Изменение общей численности микроорганизмов кишечника в стадии личинок, куколок и имаго влечет за собой изменение как общего запаса жиров и его состава, так и его бактериостатичности.

Биологический институт
Сибирского отделения
АН СССР

Ա. Վ. ՂԱՒԿԱՍՅԱՆ

ՄԻԿՐՈՐԳԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ԴԵՐԸ ՍԻԲԻՐԱԿԱՆ ՇԵՐՄԱՄԻ ՈՐԴԻ
ՀԱՐՊԱՅԻՆ ՓՈԽԱՆԱԿՄԱՆ ՄԵԶ

Ա մ փ ո փ ու մ

Սիբիրական շերամի որդի օրգանիզմում միկրօօրգանիզմների շնորհիվ ճարպերի փոխանակման վերաբերյալ մեր կատարած հետազոտությունները հանդիսանում են հետևյալ եզրակացությունների.

1. Սիբիրական շերամի որդի օրգանիզմում ճարպի կուտակումը անմիջականորեն կախված է աղիքների նորմալ միկրոֆլորայի գործունեությունից:

2. Սիբիրական շերամի որդի աղիքներում հասակի մեծացման հետ ալիլանում է միկրօօրգանիզմների ընդհանուր թիվը, ճարպերի կուտակումը և նրանց բակտերիոստատիկ ազդեցությունը:

3. Թրթուրի, հարսնյակի և խմազույի (զարգացման վերջին փուլ) շրջանում աղիքային միկրօօրգանիզմների ընդհանուր քանակի փոփոխման հետևանքով փոփոխվում է ինչպես ճարպերի ընդհանուր պաշարը և կազմությունը, այնպես էլ նրա բակտերիոստատիկ հատկությունը:

A. V. Ghukasian

The role of microorganisms in the fat metabolism of the siberian silkworm

Summary

Our investigations on the metabolism of fats in the organism of the Siberian silkworm by means of microorganisms have brought us to the following conclusions:

1. The concentration of fats in the organism of the Siberian silkworm depends directly on the activity of the normal microflora of the intestine.

2. The total number of microorganisms, the concentration of fats and their bacteriostatic influence increase in the Siberian silkworm according to their age.

3. During the caterpillar, chrysalis and imago (the final stage of development) periods, because of the change of the total number of intestinal microorganisms, the total supply and composition of fats as well as their bacteriostatic property change.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белозерский А. Н. и Проскуряков Н. И: 1951. Практическое руководство по биохимии растений.
2. Кожанчиков И. В. 1939. Термостабильное дыхание, как условие холодостойкости насекомых. „Зоол. журн.“, 18, в. 1.