

Т. С. Бобкова и В. Н. Сперанская

**СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИЯ ШЕЛКООТДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ
КИТАЙСКОГО ШЕЛКОПРЯДА *ANTHERAEA PERNYI* G.-M.**

Анатомия шелкоотделительной железы гусениц дубового шелкопряда, а также секреторные функции ее изучены очень мало и ограничиваются работами Ишмаева (1937), Алпатова (1937), Сперанской (1948) и Бобковой (1952).

Целью настоящей работы явилось изучение морфологии и секреторной функции шелкоотделительной железы гусениц китайского дубового шелкопряда (*Antheraea pernyi* G.-M.).

Работа проводилась на кафедре энтомологии Ленинградского Государственного университета им. А. А. Жданова по предложению и под руководством Б. Н. Шванвича.

Морфология и рост железы, а также строение клеток и морфологические изменения ядер в связи с секреторными процессами в течение всего гусеничного развития дубового шелкопряда, изучались Сперанской (1948); изучение секреторной деятельности железы в V возрасте гусеницы и процесса накопления шелковой массы в железе проведено Бобковой (1952).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наши исследования проводились над гусеницами *Antheraea pernyi* G.-M. в течение 1948—1951 гг. Для изучения роста шелкоотделительной железы и строения клеток ее была взята культура из 600 гусениц, вышедших из 4—5 кладок в один и тот же день. Ежедневно вскрывалось 10 гусениц и, таким образом, были прослежены рост и развитие железы по дням в течение всей жизни гусениц. Гусеницы вскрывались в физиологическом растворе, шелкоотделительные железы извлекались из полости тела и в том же растворе помещались на стекле. Длина железы и ее отделов измерялась миллиметровой линейкой. Диаметр железы и ширина клеток, ее составляющих, измерялись под микроскопом при помощи окуляр- и объектмикрометров. Для выяснения изменений в числе клеток, составляющих железу, производился подсчет их под микроскопом. Одновременно для изучения процесса накопления гусеницами шелка извлеченные из гусениц железы, начиная с первого дня V возраста и кончая завивкой кокона, взвешивались на аналитических весах с точностью до 0.001 г. Таким образом, было прослежено количественное накопление шелка в железе в V возрасте гусеницы и во время завивки кокона.

При рассмотрении морфологических изменений ядер клеток железы применялась нуклеальная реакция (метод выявления в клетках тимонуклеиновой кислоты).

Для наблюдений за секреторной деятельностью шелкоотделительной железы дубового шелкопряда были взяты гусеницы в начале V возраста, перед завивкой и после завивки кокона. Железы извлекались из полости тела гусеницы и фиксировались 96° спиртом или жидкостью Буэна. Фиксированный материал после проводки через спирты заключался в целлоидин. Окраска целлоидиновых срезов производилась гематоксилином Бемера с эозином и железным гематоксилином по Гейденгайну.

Шелкоотделительная железа китайского дубового шелкопряда состоит из двух сильно извитых слепо замкнутых на концах трубок, расположенных вдоль тела гусеницы, непосредственно под кишечником. Парные трубки соединены в короткий непарный выводной проток (рис. 1), который открывается наружу через придильный сосочек. В каждой трубке заметно три отдела: тонкий выводной проток, средний отдел и собственно шелкоотделительный, или главный. Снаружи железа одета тонкой эластичной оболочкой — мембраной. Основную массу железы составляют очень крупные железистые клетки, которые тесно прилегают друг к другу и расположены вдоль железы в два ряда, ограничивая ее просвет.

Расположение клеток является очередным, так что угол одной клетки входит между гранями двух соседних клеток противоположного ряда. Внутренняя выстилка железы, интима, имеет кутикулярное происхождение и обнаруживает тонкое и сложное строение с радиальной исчерченностью, направленной к просвету.

Недалеко от места впадения обеих трубок в непарный проток в каждую из них открываются особые железы лопастного строения — железы Лионе, функция которых не известна. Выводной отдел состоит из непарного протока, у которого передняя часть видоизменена и образует так называемый пресс (волочилю). Последний отличается от основной части протока утолщенной внутренней кутикулой. К стенкам пресса прикреплены 3 пары мышц, которые тянутся от хитинового покрова нижней губы. Благодаря работе этих мышц регулируется выход шелковой нити. Канал пресса открывается наружу в виде шелкоотделительного сосочка, расположенного на нижней губе гусеницы.

Средний и главный отделы являются секреторирующими, причем основная функция шелкоотделения принадлежит главному отделу. Средний отдел участвует в секреции и накапливает шелковую массу, как будет указано в дальнейшем, лишь до V возраста гусеницы. Оба эти отдела густо оплетены трахеями, причем концы последних пронизывают мембрану и свободно оканчиваются в цитоплазме, чем обеспечивают газообмен в клетках и фиксацию всей железы.

Клетки железы правильной восьмигранной формы и имеют отчетливо видимую оболочку. Протоплазма клеток обнаруживает фибриллярное строение. Для установления числа клеток в железе были проведены подсчеты у 1080 гусениц дубового шелкопряда. Удалось установить, что

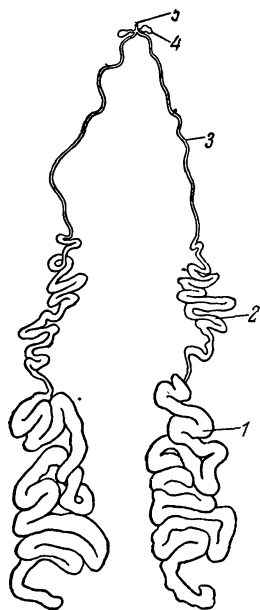


Рис. 1. Общий вид шелкоотделительной железы дубового шелкопряда.

1 — задний (главный) отдел; 2 — средний отдел; 3 — парный выводной проток; 4 — железы Лионе; 5 — непарный выводной проток.

число клеток в железе более или менее постоянно и колеблется от 2700 до 2800.

В выводном отделе	565—600	клеток
В среднем	»	835—880
В главном	»	1300—1320

Приблизительно то же число клеток получилось при подсчете их в железе гусеницы перед выходом ее из яйца. Как показали наблюдения, клетки железы во время развития гусеницы не делятся и поэтому рост железы происходит за счет роста самих клеток.

Рост железы и тела гусеницы идет равномерно до середины IV возраста (табл. 1). Далее рост тела гусеницы продолжает идти также равномерно,

Таблица 1

Рост шелкоотделительной железы и тела гусеницы (в см)

Возраст и период		Длина тела	Длина железы	Длина отделов железы		
				вывод- ной	средний	главный
I {	Начало	0.68	2.5	0.3	0.55	1.72
	Середина	1.0	3.2	0.4	0.60	2.20
	Конец	1.2	5.0	0.5	0.7	3.8
	Линька	1.1	4.8	0.54	0.7	3.57
II {	Середина	2.0	6.7	0.7	1.8	4.2
	Конец	2.1	7.2	0.8	2.0	4.4
	Линька	1.84	6.9	0.6	1.6	4.7
III {	Середина	2.5	8.8	1.3	2.2	5.3
	Конец	3.3	10.3	1.7	2.8	5.8
	Линька	2.7	9.8	1.8	3	5
IV {	Середина	4.2	15.5	2.1	4	9.4
	Конец	5.0	26.2	3.0	7.5	15.7
	Линька	4.6	25.4	3.4	7	15.0
V {	5-й день	7.0	44	5.2	16	22.8
	Середина	9.0	58	6.0	22	30
	Конец	7.4	60.5	6.0	22	34.5
Кокониро- вание {	Начало	7	66.0	6	23	37.0
	Середина	4.5	37.3	5.3	10	22.0
	Конец	3.5	24	4.6	8.2	11.2

а в росте железы наступает резкий скачок. Усиленному росту подвергается главный отдел, который особенно увеличивается в размерах в начале V возраста.

Максимальный рост железы происходит в начале коконирования, причем железа в основном растет за счет увеличения размеров главного отдела. Следует отметить, что в моменты линьки тело гусеницы сокращается, причем уменьшается длина железы и ее отделов (рис. 2). Последнее можно объяснить выделением гусеницей шелка перед линькой для подстилки и закрепления субстрата. На рис. 2 представлена динамика роста шелкоотделительной железы и ее отделов в течение жизни гусеницы.

Диаметр железы в начале V возраста также очень сильно увеличивается, особенно в главном отделе (табл. 2).

Таблица 2

Изменение диаметра шелкоотделительной железы и ширины клеток в отделах

Возраст и период	Диаметр отделов железы (в μ)			Ширина клетки в отделах (в μ)		
	вывод- ной	средний	главный	вывод- ной	средний	главный
I { Начало . . .	39	105	63	10.5	21	19.5
I { Конец . . .	60	160	75	13.5	25.5	25
II, конец . . .	100	238	97	23.6	43.3	33.2
III, конец . . .	123.7	358	138	43.7	72.8	76.4
IV, конец . . .	163.8	382.2	273	72.8	109.2	127.4
V { Начало . . .	236	520	242	76.4	116.4	160.2
V { 5-й день . .	236	564.2	964.6	236	236.6	455
Кокониро- вание { 1-й день . .	328	744	1500	224	315	688
Кокониро- вание { Конец . . .	162	460	239	140	204	103

Как видно из табл. 2, диаметры среднего и главного отделов до IV возраста мало различались. С конца IV возраста и начала V диаметр главного отдела резко увеличивается и на 4—5-й день V возраста доходит до 964.6 μ , а перед завивкой — до 1500 μ . Повидимому, с начала V возраста происходит усиленное выделение шелка и накопление его в глав-

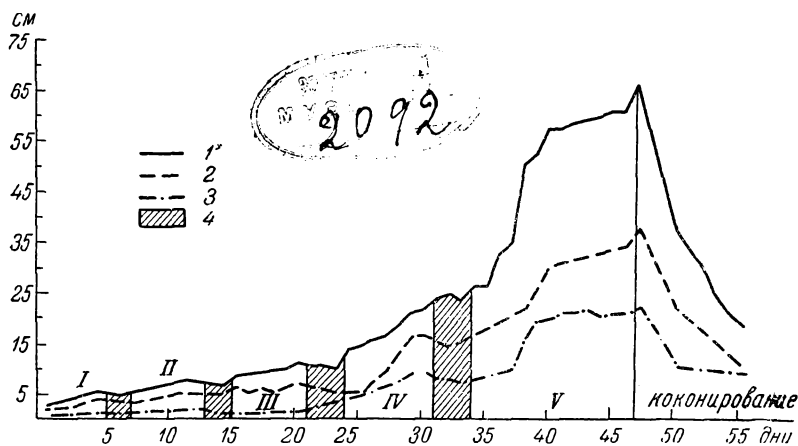


Рис. 2. Рост железы и ее отделов в процессе развития гусеницы.

1 — общая длина железы; 2 — длина общего отдела; 3 — длина среднего отдела; 4 — линька.

ном отделе, причем максимум выделения секрета наступает на 1—2-й день завивки кокона, когда ширина клеток этого отдела достигает 688 μ .

Результаты наблюдений за изменением веса шелкоотделительной железы и ее отделов по мере накопления шелка представлены в табл. 3.

Резкое увеличение веса железы начинается с 3—4-го дня V возраста и достигает максимума к началу завивки кокона. К началу завивки общий вес железы увеличился в 33.5 раза, причем главный отдел железы составлял 87.5% веса всей железы. Вес среднего отдела увеличивается очень незначительно и, начиная с 3—4-го дня V возраста до момента за-

Таблица 3

Изменение веса шелкоотделительной железы и ее отделов (в г)

Дни V возраста	Средний вес			
	тела гусеницы	шелкоотделительной железы		
		общий	главного отдела	среднего отдела
1-й	4.283	0.073	0.033	0.040
2-й	5.383	0.090	0.043	0.047
3-й	7.070	0.300	0.210	0.090
6-й	10.045	1.015	0.880	0.135
8-й	14.500	1.475	1.275	0.200
11-й	14.000	2.450	2.150	0.300

вивки, составляет 12—13% от общего веса железы. На рис. 3 изображено увеличение веса шелкоотделительной железы и ее отделов в V возрасте.

Ниже приводятся данные, характеризующие усиленный рост железы гусеницы дубового шелкопряда (табл. 4).

Из сопоставления приведенных данных видно, что в V возрасте шелкоотделительная железа по темпу своего роста и развития значительно превосходит таковой тела гусениц, при этом максимального развития достигает в этот период времени главный отдел.

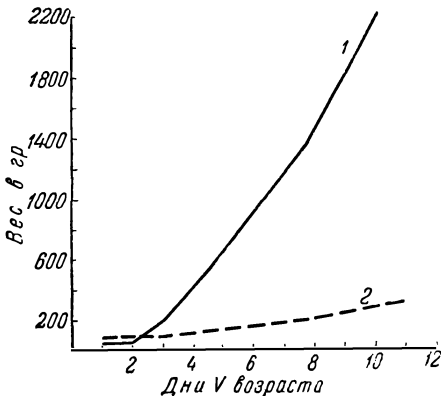


Рис. 3. Изменение веса главного и среднего отделов железы в V возрасте гусеницы.

1 — главный отдел; 2 — средний отдел.

Особый интерес представляют ядра железистых клеток. Они характерны своей разветвленностью, особенно в старших возрастах гусениц. Уже у гусениц, находящихся еще в яйце, яйца среднего и выводного отделов вытянуты и на концах имеют лопасти (рис. 4). Ядра обычно расположены перпендикулярно к просвету железы. В клетках протока ядро в старших возрастах имеет древовидную форму; его отростки принимают сильно извитую форму, однако само ядро сохраняет целостность (рис. 5, А). В клетках среднего отдела ядра массивные, но начинают ветвиться раньше, чем в других отделах, причем наиболее интенсивно разветвленное ядро у гусениц IV—V возраста, когда оно имеет вид сложного орнамента (рис. 5, В). Ядра сохраняют свою целостность до конца завивки.

В главном отделе ядра клеток до середины III возраста остаются мало разветвленными, образуя сравнительно закругленные толстые лопасти. С середины III возраста начинается ветвление ядер, появляются длинные тонкие отростки, заполняющие всю клетку. Максимальное разветвление ядер происходит с 4-го дня V возраста, когда ядро становится настолько разветвленным, что теряется представление о целостности его (рис. 5, В). На концах разветвления закруглены, причем наблюдается набухание отдельных конечных участков ядра.

В главном отделе ядра клеток до середины III возраста остаются мало разветвленными, образуя сравнительно закругленные толстые лопасти. С середины III возраста начинается ветвление ядер, появляются длинные тонкие отростки, заполняющие всю клетку. Максимальное разветвление ядер происходит с 4-го дня V возраста, когда ядро становится настолько разветвленным, что теряется представление о целостности его (рис. 5, В). На концах разветвления закруглены, причем наблюдается набухание отдельных конечных участков ядра.

Таблица 4

Изменение размеров и веса шелкоотделительной железы

	Начало V возраста	Конец V возраста (перед завив- кой)	Увеличение
Вес гусеницы	4.283 г	14.000 г	3.2 раза
Длина тела гусеницы	5.00 см	9.0 см	1.8 »
Длина шелкоотделительной железы	26.2 см	60.5 см	2.3 »
Диаметр заднего отдела железы	242 μ	1500 μ	5.4 »
Вес выделенной железы	0.073 г	2.450 г	33.5 »
Вес заднего отдела	0.033 г	2.150 г	65 раз

Следует отметить, что перед завивкой отростки ядер направлены к просвету железы и вся масса ядра перемещается в том же направлении.

К началу завивки кокона отдельные части ядра начинают как бы отшнуровываться друг от друга, хотя между ними еще заметны анастомозы. Протоплазма в это время мелко зерниста от содержащегося в ней секрета (рис. 6, А). В середине завивки ядро начинает фрагментироваться и состоит из множества набухших отдельностей (рис. 6, Б). В фазе куколки происходит полный распад ядра на мельчайшие частички, причем одновременно происходит уничтожение всей железы.

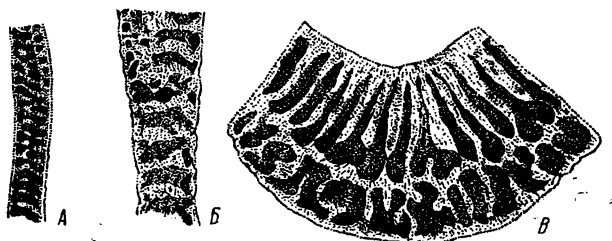


Рис. 4. Ядра клеток железы гусеницы I возраста.

А — выводной отдел; Б — средний отдел; В — главный отдел.

Наблюдениями за секреторной деятельностью шелкоотделительной железы китайского дубового шелкопряда было установлено, что в течение всей жизни гусеница выделяет шелк. Шелк, выделяемый в первые четыре возраста, гусеница употребляет на подстилку и прикрепление к субстрату, особенно при линьках. Интенсивное разветвление ядер в среднем отделе железы в первые четыре возраста указывает на его участие в секретировании шелка в этот период времени. Начиная с 3-го дня V возраста, шелкоотделительная железа усиленно секретирует шелк, причем максимальная секреция происходит к началу завивки кокона. Особенно отчетливо заметна секреция в главном отделе железы. На поперечных и продольных срезах этого отдела шелкоотделительной железы перед завивкой ясно видны выход шелка через интиму и капли секрета, выделившиеся в просвет железы (рис. 7, А). Выходящие капли секрета имеют овальную форму и, по мере продвижения к центральной части просвета, сливаются с выделенной ранее массой шелка. Внутри клеток при большом увеличении можно заметить скопление мелких капель секрета, которые продвигаются к просвету и, лишь пройдя через интиму железы, приобретают более крупные размеры (рис. 7, Б). Интима ясно различима

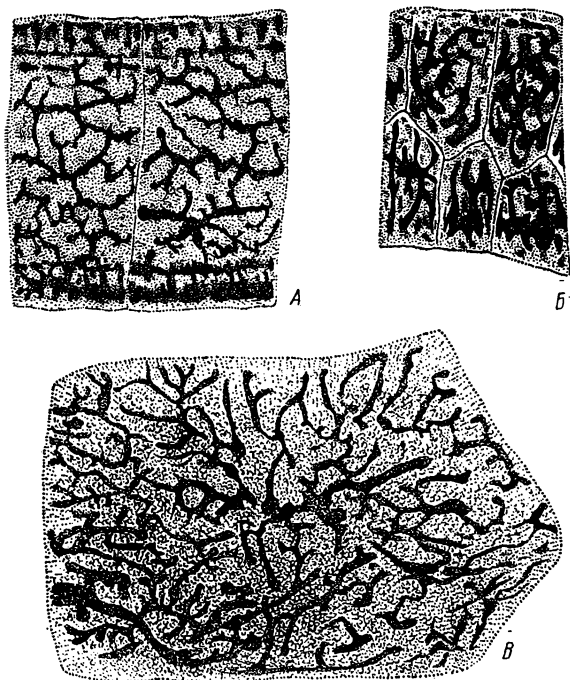


Рис. 5. Ядра клеток железы гусеницы V возраста.

А — выводной отдел; Б — средний отдел; В — главный отдел.

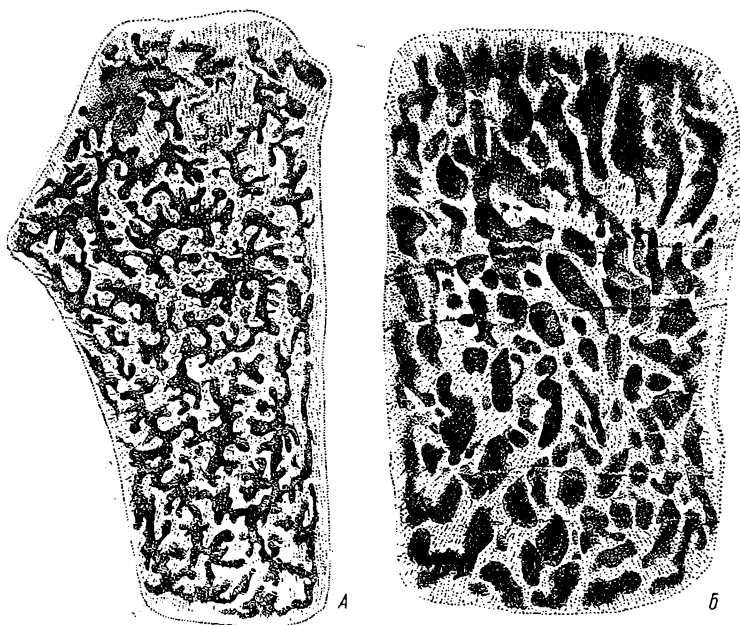


Рис. 6. Ядра клеток.

А — в начале завивки; Б — в середине завивки.

под микроскопом. На поперечных срезах она имеет вид кольца, а на продольных представлена тонкой поперечной исчерченностью. В среднем отделе железы, с начала V возраста и до завивки, секрция шелка не обнаруживается. Просвет в этой части железы заполнен секретом, поступающим из главного отдела. В выводном отделе железы секрция не обнаруживается, причем интима в этой части железы сильно утолщена во всех пяти возрастах гусеницы. Это утолщение объясняется тем, что именно в выводных парных протоках начинается формирование шелковой нити, тогда как секрция в этом отделе не имеет места.

При просмотре шелкоотделительных желез после завивки отчетливо видно,

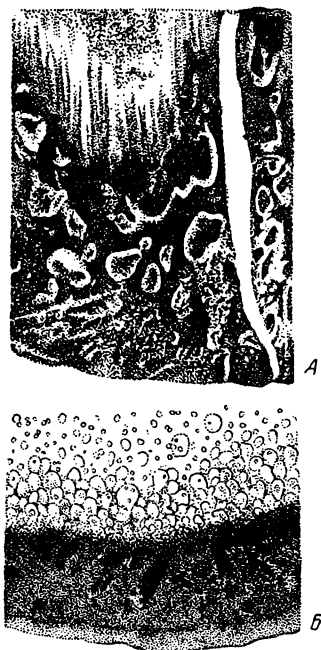


Рис. 7. Секрция шелка в главном отделе.

А — момент выхода шелка через интиму; Б — капли секрета в просвете железы.

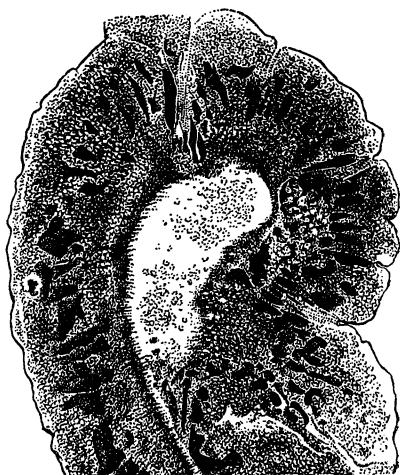


Рис. 8. Поперечный срез главного отдела железы после завивки.

что стенки главного и среднего отделов срастаются, так как основная масса секрета уже израсходована на кокон, хотя в просвете железы еще наблюдается незначительное количество шелка. В клетках главного отдела замечается большое количество капель разнообразной величины, которые являются ничем иным, как продуктом секреции клетки, не выделенным в просвет железы. Таким образом, секретирование шелка в железистых клетках происходит и по окончании завивки, но выход секрета из клеток в просвет железы прекращается (рис. 8).

ВЫВОДЫ

1. Железа китайского дубового шелкопряда состоит из четырех отделов: непарного выводного протока, парного выводного протока, среднего отдела и главного, собственно шелкоотделительного отдела.

2. Окончательное число клеток шелкоотделительной железы китайского дубового шелкопряда достигается перед выходом гусеницы из яйца. Число клеток колеблется от 2600 до 2800.

3. Рост железы происходит за счет увеличения размеров клеток, ее составляющих. До середины четвертого возраста рост железы протекает приблизительно так же, как и рост всего тела, а начиная с указанного периода становится значительно быстрее, чем рост тела. Общий рост железы увеличивается за счет роста главного отдела.

4. В начале V возраста происходит резкое увеличение диаметра главного отдела, который достигает 1.5 мм в первый день завивки кокона. С этого же момента начинается увеличение веса железы, который к началу завивки увеличивается в 33.5 раза по сравнению с весом ее в начале V возраста.

5. Разветвление ядер шелкоотделительной железы начинается до выхода гусеницы из яйца и достигает максимума в главном отделе в V возрасте, когда происходит интенсивное выделение секрета. Во время завивки и после нее происходит фрагментация ядер.

6. Основным секретирующим отделом является главный шелкоотделительный отдел, который также накапливает и выделяющийся секрет, т. е. функционирует как резервуар.

7. Средний отдел секретирует в незначительной степени в первых четырех возрастах. В V возрасте и при коконировании в этом отделе не происходит никакой секреции. Через него проходит в выводной проток шелк, выделяемый главным отделом.

ЛИТЕРАТУРА

А л п а т о в В. В. 1937. О некоторых количественных закономерностях роста шелкоотделительной железы *Antheraea pernyi* G.-M. Зоолог. журн., 16, 3 : 574—578. — Б о б к о в а Т. С. 1952. Строение и функция шелкоотделительной железы гусениц дубового и тутового шелкопряда. Диссертация. — И ш м а е в А. М. 1937. Морфология и постэмбриональный рост шелкоотделительной железы дубового шелкопряда. Зоолог. журн., 16, 2 : 239—245. — С п е р а н с к а я В. Н. 1948. Строение и рост шелкоотделительной железы у дубового шелкопряда. Тр. совещ. комиссии шелководства за 1945—1946 гг. : 5—11.
