

Физиологическая реакция у местных и интродуцированных пород тутового шелкопряда на изменение условий содержания зимующих грен

Г. Д. Багирова¹, Х. Ф. Кулиева²✉

¹ Азербайджанский государственный аграрный университет, Гянджа, Азербайджанская Республика

² Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджанская Республика

✉ E-mail: hokumabio@mail.ru

Аннотация. Цель настоящего исследования – изучение физиологических ответных реакций на экзогенное воздействие водными растворами препарата «Фиолетовый-К» ($C_{24}H_{28}N_3Cl$) в фазе зимующих грен у местной и интродуцированных пород тутового шелкопряда. **Методы.** Исследования проведены по ранее разработанной нами методике содержания, выбора и обработки материала [9], [10]. Статистический анализ проводили по Г. Ф. Лакину [11]. **Результаты.** В результате проведенных исследований выявлена сильная ответная реакция в весовых показателях гусениц у интродуцированных пород: на фоне незначительных колебаний в варианте Oragase, у гусениц Sverico-sari разница с контролем составляет по возрастам 16,4 % (III), 143,3 % (IV) и 27,3 % (V). Интродуцированная порода Oragase часто отличается от Sverico-sari и местной породы Veten наличием отрицательных ответных реакций: вес гусениц после воздействия по сравнению с контролем соответствует +43,7 % (III), +65,0 % (IV), –36,2 % (V). Установлено, что содержание зимующих грен в воде и водных растворах препарата «Фиолетовый-К» приводит к увеличению веса шелковой оболочки: на 54,4–80,5 % ($p < 0,05–0,001$) у местной породы, а также на 11,4–16,1 % (0,001-процентный раствор) и 2,7 % (0,01-процентный раствор «Фиолетовый-К») $p < 0,05–0,001$. По данному эффекту выделяется порода Oragase: в частности, по сравнению с контролем воздействие способствует достоверному снижению веса шелковой оболочки на 33 % (–78,5 мг) и 22,5 % (–49,0 мг), $p < 0,001$. Воздействие отражается на дате вылета бабочек и количестве отложенных яиц, причем только у интродуцированных пород: положительный эффект по сравнению с контролем в среднем на 1 самку было выше в 3,6–4,8 раза (Sverico-sari) и 1,1 раза (Oragase). **Научная новизна.** Впервые установлена ответная физиологическая реакция на экзогенное воздействие препаратом «Фиолетовый-К» у местной и интродуцированных пород тутового шелкопряда в Азербайджане. Выявлено, что независимо от породной принадлежности обработка водными растворами (0,01 и 0,001%) препарата приводит к положительной реакции во время кладки и формирования диапаузы, а также снижается процент смертности у особей.

Ключевые слова: местная порода Veten, интродуцированные породы Sverico-sari, Oragase, физиологическая реакция, вода, препарат «Фиолетовый-К» ($C_{24}H_{28}N_3Cl$).

Для цитирования: Багирова Г. Д., Кулиева Х. Ф. Физиологическая реакция у местных и интродуцированных пород тутового шелкопряда на изменение условий содержания зимующих грен // Аграрный вестник Урала. 2021. № 07 (210). С. 35–46. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-35-46.

Дата поступления статьи: 07.06.2021, **дата рецензирования:** 11.06.2021, **дата принятия:** 14.06.2021.

Постановка проблемы (Introduction)

Эколого-физиологический анализ является стремлением преодолеть недостатки как «чистой» экологии, которая акцентирует внимание на влияние факторов среды существования и более поверхностно интересуется физиологическими механизмами ответных реакций организма, так и «чистой» физиологии, изучающей функции организма и часто забывающей о внешних факторах. Поэтому для объяснения некоторых патологических явлений, в частности отклонений от нормы у полезных видов, следует учитывать

зависимость физиологического состояния организма насекомого от различных факторов условий среды.

Принято считать, что продуктивность тутового шелкопряда в основном зависит от биотехнологических свойств разводимых пород и гибридов гренны. В настоящее время в шелководстве широко используются интродуцированные болезнеустойчивые и приспособленные к местным условиям породы тутового шелкопряда, которые обладают преимущественными качествами биотехнологии. Но при этом в последние годы в гренажных хозяйствах и шелководческих уч-

реждениях Азербайджана отмечается высокий процент (более 50 %) гибели зимующих яиц тутового шелкопряда. Результаты микробиологического анализа показали, что причиной этому явился *Aspergillus niger* – факультативный грибок, который часто встречается на поверхностях почвы, техническом оборудовании, экскрементах тутового шелкопряда [1–3]. В дальнейшем нами было установлено, что заражение грен тутового шелкопряда аспергиллезом происходит путем трансвариальной передачи возбудителя [4].

Известно, что для обеззараживания грен шелкопрядов используются различные способы [5–7], которые не всегда эффективны, поскольку физиологическая реакция и биохимическая реактивность тутового шелкопряда у разных пород неидентичны. Поэтому для подъема жизнеспособности зимующих грен тутового шелкопряда мы решили опробовать и модифицировать новый для насекомых, но применявшийся для осетровых способ подавления сапролегниевых грибков при инкубации икры препаратом «Фиолетовый-К» ($C_{24}H_{28}N_3Cl$) [8].

Цель – определение эффективности использования водных растворов препарата «Фиолетовый-К» после обработки зимующих грен у местных и интродуцированных пород тутового шелкопряда по физиологической ответной реакции в развитии последующих фаз в онтогенезе.

Методология и методы исследования (Methods)

Для выяснения физиологической реакции у тутового шелкопряда на изменение условий содержания грен были использованы местная порода Veten и интродуцированные породы Sverico-sari, Oragase. Работа выполнялась на кафедре зоологии и физиологии Бакинского государственного университета, а также в Шелководческом центре при кафедре защиты растений факультета почвоведения и агрохимии Азербайджанского государственного аграрного университета за период 2018–2020 гг.

Материал содержался и развивался при природном освещении и указанных на таблицах температуре и относительной влажности воздуха. Всего в опыт были взяты в каждой серии по 5 пар ($1\text{♀} + 1\text{♂}$), но непосредственно в опыте были использованы только яйца одной пары – на 100% диапаузирующие.

У остальных четырех пар соотношение диапаузирующих и недиапаузирующих яиц было 25/(100–150), что указывало на то, что одна из родительских линий этих пород – бивольтинная раса. После потемнения грен (конечно вогнутые – признак индукции диапаузы) и завершения диапаузы они были переведены в водную среду и водные растворы (0,01 %, 0,001 %) метил фиолетового – К, или «Фиолетового-К» ($C_{24}H_{28}N_3Cl$). Опыты были поставлены в трех сериях (каждая в двух повторах): дистиллированная вода (второй контроль), 0,01 и 0,001%-ные водные растворы «Фиолетового-К» и контроль – сухие яйца, отложенные на бумагу. В каждой серии учитывали продолжительность развития гусениц, дату линек, вес

гусениц, коконов с куколками, вес куколок, шелковой оболочки, дату лета и кладки с расчетом на одну самочку, дату начала диапаузы у отложенных яиц. Выживаемость находили путем подсчета гусениц в начале и конце опыта, а затем выражали в процентах к начальному количеству гусениц. Отмечали также гибель особей во время завивки кокона [9], [10].

При статистической обработке результатов [11] вычисляли средние арифметические значения (\bar{x}), ошибки средних арифметических (s_x), достоверность разницы по сравнению с контролем (t_{ϕ}).

Результаты (Results)

Результаты исследований, проведенных с целью разработки в дальнейшем вопросов прогнозирования успешности интродукции, а также выделения перспективных, более устойчивых моновольтинных пород для использования в местных условиях, убедительно указывают на различие ответных физиологических реакций при изменении условий содержания зимующих грен (таблицы 1, 2).

Полученные экспериментальные данные убедительно указывают на то, что обработка зимующих грен тутового шелкопряда водой и 0,01–0,001-процентными водными растворами препарата «Фиолетовый-К» способствует формированию ответных реакций по многим физиологическим показателям, в частности, приводит к изменению процента выживаемости, динамики веса гусениц, коконов, положительно воздействует на продуктивность имаго, а самое главное – на формирование состояния физиологического покоя.

Сравнительный анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что местная порода Veten отличается от интродуцированных пород Sverico-sari и Oragase (таблицы 1, 2) степенью выраженности реакций, которая проявляется как в дате выхода гусениц, так и в дате линек на этой фазе развития.

Интересным фактом у интродуцированных пород следует считать реакцию на воздействие извне в младших возрастах гусениц, а именно в условиях отсутствия резкого колебания гигротермических показателей эффект воздействия присутствует до V возраста гусениц. Затем отмеченная разница между контролем и опытными вариантами ослабевает, и гусеницы дружно линяют в V возраст (таблица 2). При сопоставлении этих данных у местной породы Veten можно заметить, что существенной отличительной особенностью является задержка выхода гусениц из яиц на 9 дней в опытных вариантах. Несомненно, эта разница воздействует и на даты линек, отмечается расхождение по сравнению с контролем в 5–7 дней. При этом независимо от гигротермических условий содержания гусениц последняя линька в V возраст у местной породы тутового шелкопряда происходит дружно, но по сравнению с контролем с разницей в 3–4 дня (таблица 1).

Таблица 1
Физиологическая реакция на различие условий содержания зимующей грены местной породы Утеп тутового шелкопряда (яйца от 03.07.2018; *среднесуточная температура и относительная влажность)

Варианты	Дата выхода гусениц	Возраст гусениц, дата линек	Вес гусениц, мг ($\bar{x} \pm s$)	Дата завивки, вес гусениц, мг перед завивкой, мг	Вес кокона с куколкой, мг ($\bar{x} \pm s$)	Вес куколки, мг ($\bar{x} \pm s$)	Вес шелковой оболочки, мг ($\bar{x} \pm s$)	Разница по весу между вариантами			Дата лета бабочек, кладки и количество яиц (на 1 ♀)	Дата и количество диапаузирующих яиц	Гибель, %						
								МТ	%	t_{ϕ}									
Контроль: 50 шт., стерильных нет	20.04. 2019 г.	II в. – 31.04 (18 °C, 68 %)* III в. – 08.05 (18 °C, 77 %)* IV в. – 15.05 (19 °C, 90 %)* V в. – 21.05 (25 °C, 70 %)*	– 122,3 ± 7,7	1) 30.05 3070,0 ± 10,7 (21,5 %) 2) 08.06 2937,5 ± 17,9 (45,4 %) 3) 10.06 1745,4 ± 28,0 (33,1 %)	1932,0 ± 47,9	1700,0 ± 32,8	220,5 ± 11,9	–	–	–	16.06 25 °C 80 % 18.06 2998,0 ± 42,5	22.06 6,67 %	53,3						
														1) 120	55,4	7,2 $p < 0,05$	14.06 25 °C, 78 %	24.06 76,5 %	0,0
Опыт: Н ₂ О 100 шт., дата воздействия: 20.10–15.11.2018	29.04. 2019 г.	II в. – 06.05 (18 °C, 70 %)* III в. – 14.05 (20 °C, 75 %)* IV в. – 20.05 (19 °C, 80 %)* V в. – 25.05 (25 °C, 70 %)*	– 136,2 ± 11,4	30.05 2740,9 ± 22,1	1760,5 ± 22,7	1340,7 ± 33,0	340,5 ± 11,4	1) 120	55,4	7,2 $p < 0,05$	14.06 25 °C, 78 %	24.06 76,5 %	0,0						
														2) 105	44,5	15,4 $p < 0,001$	17.06 2560,0 ± 19,8		
																		3) 81	30,9
Опыт: «Фитолеговий-К» 0,001 % 100 шт., дата: 20.10–15.11.2018	29.04. 2019 г.	II в. – 07.05 (15 °C, 80 %)* III в. – 15.05 (20 °C, 70 %)* IV в. – 21.05 (20 °C, 75 %)* V в. – 26.05 (25 °C, 78 %)*	– 210,5 ± 14,5	02.06 2650,9 ± 32,3	1995,3 ± 34,0	1420,5 ± 11,0	460,5 ± 12,5	1) 240	109	14,2 $p < 0,001$	16.06 25 °C, 80 %;	24.06 80,7 %	12,5						
														2) 225	95,4	13,8 $p < 0,001$	20.06 1470,5 ± 7,9		
																		3) 201	77,1

Table 1
The physiological reaction of the silkworm of the local breed "Veten" on the difference in conditions of detention of the wintering eggs (eggs from 07/03/2018; * average daily temperature and relative humidity)

Options	Date exit caterpillars	Date of ecdysis and age of a caterpillars	Average mass of a caterpillars ($x \pm s$)	Date of curling, mass of caterpillars, mg	Average weight of cocoon with pupa, mg ($x \pm s$)	Average weight of pupas, mg ($x \pm s$)	Average weight of silk sheath, mg ($x \pm s$)	Weight difference between control and options		Date of flight, clutch and number of eggs (on the 1 st)	Date and quantity diapausing eggs	Mortality, %														
								mg	%																	
Control: 50 pcs., no sterile	20.04. 2019	II – 31.04 (18 °C, 68%)* III – 08.05 (18 °C, 77%)* IV – 15.05 (19 °C, 90%)* V – 21.05 (25 °C, 70%)*	– 122.3 ± 7.7 392.5 ± 11.7 936.7 ± 33.7	1) 30.05 3070.0 ± 10.7 (21.5%) 2) 08.06 2937.5 ± 17.9 (45.4%) 3) 10.06 1745.4 ± 28.0 (33.1%)	1932.0 ± 47.9 2148.0 ± 55.9 1509.5 ± 28.8	1700.0 ± 32.8 1852.0 ± 41.2 1230.0 ± 31.8	220.5 ± 11.9 235.7 ± 10.5 260.0 ± 14.9	–	–	–	16.06 25 °C 80% 18.06 2998.0 ± 42.5	22.06 6.67%	53.3													
														Experience: H ₂ O 100 pcs. Date of exposure: 20.10– 15.11.2018	29.04. 2019	II – 06.05 (18 °C, 70%)* III – 14.05 (20 °C, 75%)* IV – 20.05 (19 °C, 80%)* V – 25.05 (25 °C, 70%)*	– 136.2 ± 11.4 388.2 ± 16.2 850.9 ± 17.8	30.05 2740.9 ± 22.1	1760.5 ± 22.7 1340.7 ± 33.0	340.5 ± 11.4	1) 120 2) 105 3) 81	7.2 p < 0.05 15.4 p < 0.001 4.3 p < 0.001	55.4 44.5 30.9	14.06 25 °C, 78% 17.06 2560.0 ± 19.8	24.06 76.5%	0.0

Таблица 2
Физиологическая реакция на различные условия зимовки гусениц у интродуцированных пород тутового шелкопряда (* среднесуточная температура и относительная влажность)

Варианты	Дата выхода гусениц	Возраст гусениц, дата линек	Вес гусениц мг ($x \pm s_x$)	Дата завивки, вес гусениц перед завивкой, мг	Вес кокона с куколкой, мг ($x \pm s_x$)	Вес куколки, мг ($x \pm s_x$)	Вес шелковой оболочки, мг ($x \pm s_x$)	Разница по весу между контролем и вариантами			Дата лета бабочек, кладки и количество яиц (на 1 ♀)	Дата и количество диализующих яиц	Гибель, %	
								Мг	%	t_{ϕ}				
Порода: <i>Sverico-sari</i> Контроль – яйца от 09.06.2018; 160 шт. 33,3 % – стерильные	20.04. 2019 г.	II в. – 27.04 (12 °С, 60 %)* III в. – 31.04 (15 °С, 65 %)* IV в. – 10.05 (15 °С, 77 %)* V в. – 18.05 (18 °С, 90 %)*	–	1) 26.05 81,3 %; 2250 ± 31,1	981,0 ± 0,15	802,0 ± 1,22	138,2 ± 0,03	–	–	–	03.06 28 °С, 55 %; 06.06 259,9 ± 13,0 вылуплены 134 гусеницы – 04.07, остальные – зимовка	10.06 20 % из 975 шт.	41,7 31,04 5,0 02,06 (30 °С, 55 %)	
			166,5 ± 10,6	2) 03.06 18,7 % 1417,5 ± 42,3	946,2 ± 0,82	756,2 ± 5,8	96,8 ± 8,3	–	–	–	–	–	–	–
			330,8 ± 15,1											
Порода: <i>Sverico-sari</i> Яйца: 09.06.2018 125 шт. Дата: 20.10–15.11.2018	27.04. 2019 г.	II в. – 31.04 (15 °С, 65 %)* III в. – 05.05 (18 °С, 72 %)* IV в. – 11.05 (14 °С, 80 %)* V в. – 18.05 (18 °С, 90 %)*	14,8 ± 0,38	1) 23.05 1636,7 ± 59,2	1600,3 ± 75,0	1323 ± 64,0	232,5 ± 12,2	94	68,2	7,7 $p < 0,001$	04.06 29 °С, 75 %; 05.06. 08.06 305,9 ± 14,1 вылуплены 0 % гусениц	10.06 85,4 %	27,2 31,04	
			193,8 ± 11,7	2) 03.09 1794,0 ± 22,7	1235,0 ± 11,3	1048,5 ± 43,0	173,5 ± 14,2	77	79	4,7 $p < 0,001$	–	–	–	–
			805,0 ± 15,0											
			1560,0 ± 29,0											
Порода: «Фиолетовый-К» 0,001 % р-р <i>Sverico-sari</i> Яйца: 09.06.2018 100 шт.	20.04. 2019 г.	II в. – 27.04 (12 °С, 60 %)* III в. – 09.05 (15 °С, 77 %)* IV в. – 13.05 (17 °С, 80 %)* V в. – 18.05 (18 °С, 90 %)*	–	1) 22.05 2225,0 ± 51,7 (15,9 %) 2) 25.05 1933,3 ± 20,9 (24,1 %) 3) 03.06 1175,0 ± 0,66 (60,8 %)	1150,0 ± 35,7	827,2 ± 19,5	160,5 ± 5,9	22	16,1	3,7 $p < 0,001$	04.06 29 °С, 75 %; 05.06. 1235 ± 27,0	08.06 36,8 %	15,2	
			164,5 ± 17,7		1208,0 ± 35,9	806,0 ± 22,1	138,7 ± 8,16	–	–	–	–	–	–	–
			325,2 ± 17,5											
			500,8 ± 15,8		966,1 ± 22,6	722,2 ± 37,3	107,8 ± 5,2	11	11,4	1,1 $p < 0,001$				

Биология и биотехнологии

<p><i>Опыт:</i> «Фиолетовый-К» 0,01 % P-P <i>Sterisco-sart</i> Яйца: 09.06.2018. 80 шт.</p>	<p>20.04. 2019 г.</p>	<p>II в. – 31.04 (15 °С, 65 %)* III в. – 09.05 (16 °С, 90 %)* IV в. – 15.05 (18 °С, 77 %)* V в. – 20.05 (20 °С, 70 %)*</p>	<p>14,8 ± 0,38 77,0 ± 3,4 146,5 ± 10,4 747,4 ± 23,6</p>	<p>27.05 1826,0 ± 38,7</p>	<p>1500,8 ± 63,2</p>	<p>947,5 ± 0,5</p>	<p>142,0 ± 5,6</p>	<p>3,8</p>	<p>2,7</p>	<p>0,67 $p < 0,05$</p>	<p>04.06 29 °С, 75 %; 05.06 925, ± 33,5</p>	<p>07.06 35,2 %</p>	<p>56,0 (во время завив- ки) 02.06</p>
<p><i>Порода:</i> <i>Oragase</i> Контроль – яйца от 03.07.2018. 130 шт., 2,0 % – стериль- ные</p>	<p>20.04. 2019 г.</p>	<p>II в. – 31.04 (15 °С, 65 %)* III в. – 05.05 (18 °С, 68 %)* IV в. – 13.05 (19 °С, 90 %)* V в. – 17.05 (22 °С, 85 %)*</p>	<p>– 245,3 ± 10,8 430,9 ± 8,39 995,0 ± 27,8</p>	<p>24.05 1685,5 ± 20,8</p>	<p>1460,0 ± 33,5</p>	<p>1226,0 ± 41,0</p>	<p>218,0 ± 8,8</p>	<p>–</p>	<p>–</p>	<p>–</p>	<p>08.06 29 °С, 72 % 09.06 538,9 ± 24,3</p>	<p>10.06 15,0 %</p>	<p>17,0</p>
<p><i>Опыт:</i> H₂O <i>Oragase</i> Яйца от 03.07.2018. 80 шт. Дата: 20.10–15.11.2018</p>	<p>20.04. 2019 г.</p>	<p>II в. – 27.04 (15 °С, 60 %)* III в. – 09.05 (17 °С, 80 %)* IV в. – 15.05 (19 °С, 85 %)* V в. – 18.05 (22 °С, 78 %)*</p>	<p>– 281,9 ± 11,6 422,3 ± 9,9 935,8 ± 24,9</p>	<p>21.05 1860,0 ± 31,9</p>	<p>848,9 ± 0,08</p>	<p>729,9 ± 0,15</p>	<p>139,5 ± 0,0</p>	<p>–79</p>	<p>33,0</p>	<p>8,9 $p < 0,001$</p>	<p>02.06 30 °С, 55 % 07.06 601,3 ± 12,0</p>	<p>04.07 6,9 %</p>	<p>8,0</p>
<p><i>Опыт:</i> «Фиолетовый-К» 0,001 % P-P, <i>Oragase</i> Яйца от 03.07.2018. 100 шт.</p>	<p>20.04. 2019 г.</p>	<p>II в. – 28.04 (15 °С, 65 %)* III в. – 06.05 (18 °С, 68 %)* IV в. – 15.05 (22 °С, 90 %)* V в. – 18.05 (22 °С, 77 %)*</p>	<p>– 289,0 ± 10,6 495,0 ± 13,6 958,8 ± 15,3</p>	<p>23.05 1658,0 ± 31,1</p>	<p>1351,0 ± 21,0</p>	<p>1109,0 ± 12,1</p>	<p>169,0 ± 5,0</p>	<p>–49</p>	<p>22,5</p>	<p>–4,9 $p < 0,001$</p>	<p>05.06 29 °С, 78 % 06.06 589,5 ± 14,0</p>	<p>04.07 25,9 %</p>	<p>6,7</p>

Table 2
The physiological reaction in the introduced silkworm breeds on the difference in conditions of detention of the wintering eggs
("average daily temperature and relative humidity")

Options	Data exit caterpillars	Date of ecdysis and age of a caterpillars	Average mass of a caterpillars ($x \pm s$)	Date of curling, mass of caterpillars before curling, mg	Average weight of cocoon with pupa, mg ($x \pm s$)	Average weight of pupas, mg ($x \pm s$)	Average weight of silk sheath, mg ($x \pm s$)	Weight difference between control and options			Date of flight, clutch and number of eggs (on the 1 st)	Date and quantity diapusing eggs	Mortality, %														
								mg	%	t_f																	
Breed: Sverico-sari Control – eggs from 09.06.2018; 160 pcs. 33.3% – sterile	20.04.2019	II – 27.04 (12 °C, 60%)* III – 31.04 (15 °C, 65%)* IV – 10.05 (15 °C, 77%)* V – 18.05 (18 °C, 90%)*	166.5 ± 10.6 330.8 ± 15.1 1225.0 ± 25.0	1) 26.05 81.3%; 2250.0 ± 31.1 2) 03.06 18.7% 1417.5 ± 42.3	981.0 ± 0.15 946.2 ± 0.82	802.0 ± 1.22 756.2 ± 5.8	138.2 ± 0.03 96.8 ± 8.3	–	–	–	03.06 28 °C, 55%; 06.06 259.9 ± 13.0 Exit – 134. caterpillars 04.07. The rest are over wintering	10.06 20%	41.7 31.04 5.0 02.06 (30 °C, 55%)														
														Experience: H ₂ O	27.04. 2019	II – 31.04 (15 °C, 65%)* III – 05.05 (18 °C, 72%)* IV – 11.05 (14 °C, 80%)* V – 18.05 (18 °C, 90%)*	14.8 ± 0.38 193.8 ± 11.7 805.0 ± 15.0 1560.0 ± 29.0	1) 23.05 1636.7 ± 59.2 2) 03.09 1794.0 ± 22.7	1600.3 ± 75.0 1235.0 ± 11.3	1323 ± 64.0 1048.5 ± 43.0	232.5 ± 12.2 173.5 ± 14.2	94 77	68.2 79	7.7 $p < 0.001$ 4.7 $p < 0.001$	04.06 29 °C, 75%; 05.06 08.06 305.9 ± 14.1 Exit – 0%	10.06 85.4%	27.2 31.04

Биология и биотехнологии

Experience: "Violet-K" 0.01 % Sverico-san Eggs: 09.06.2018. 80 pcs.	20.04.2019	II – 31.04 (15°C, 65%)* III – 09.05 (16°C, 90%)* IV – 15.05 (18°C, 77%)* V – 20.05 (20°C, 70%)*	14.8 ± 0.38 77.0 ± 3.4 146.5 ± 10.4 747.4 ± 23.6	27.05 1826.0 ± 38.7	1500.8 ± 63.2	947.5 ± 0.5	142.0 ± 5.6	3.8	2.7	0.67 p < 0.05	04.06 29 °C, 75 %; 05.06 925.0 ± 33.5	07.06 35.2 %	56.0 (during coco-on perm) 02.06
Breed: Oragase Control – eggs from 03.07.2018. 130 pcs., 2.0 % – sterile	20.04.2019	II – 31.04 (15°C, 65%)* III – 05.05 (18°C, 68%)* IV – 13.05 (19°C, 90%)* V – 17.05 (22°C, 85%)*	– 245.3 ± 10.8 430.9 ± 8.39 995.0 ± 27.8	24.05 1685.5 ± 20.8	1460.0 ± 33.5	1226.0 ± 41.0	218.0 ± 8.8	–	–	–	08.06 29 °C, 72 % 09.06 538.9 ± 24.3	10.06 15.0 %	17.0
Experience: H ₂ O Oragase eggs from 03.07.2018. 80 pcs. Date: 20.10– 15.11.2018	20.04.2019	II – 27.04 (15°C, 60%)* III – 09.05 (17°C, 80%)* IV – 15.05 (19°C, 85%)* V – 18.05 (22°C, 78%)*	– 281.9 ± 11.6 422.3 ± 9.9 935.8 ± 24.9	21.05 1860.0 ± 31.9	848.9 ± 0.08	729.9 ± 0.15	139.5 ± 0.0	–79	33.0	8.9 p < 0.001	02.06 30 °C, 55 % 07.06 601.3 ± 12.0	04.07 6.9 %	8.0
Experience: "Violet-K" 0.001 % Oragase Eggs from 03.07.2018. 100 pcs.	20.04.2019	II – 28.04 (15°C, 65%)* III – 06.05 (18°C, 68%)* IV – 15.05 (22°C, 90%)* V – 18.05 (22°C, 77%)*	– 289.0 ± 10.6 495.0 ± 13.6 958.8 ± 15.3	23.05 1658.0 ± 31.1	1351.0 ± 21.0	1109.0 ± 12.1	169.0 ± 5.0	–49	22.5	–4.9 p < 0.001	05.06 29 °C, 78 % 06.06 589.5 ± 14.0	04.07 25.9 %	6.7

Если учесть тот факт, что опыты всегда проводились на гrenaх единой кладки, отмеченную закономерность в физиологической реакции у гусениц младших возрастов после воздействия извне можно объяснить, как эндогенным, так и экзогенным характером регуляции процесса линьки в этих возрастах. А относительно дружный уход на линьку в V возраст указывает в основном на преобладание эндогенного механизма регуляции, т. е. гормональной регуляции процесса независимо от колебаний температуры и влажности условий содержания, в какой-то степени и даты вылупления гусениц [12–15].

Как известно, весовой показатель считается основным при оценки физиологического состояния и биохимической реактивности организма. Полученные результаты (таблицы 1, 2) показывают, что местная порода *Veten* отличается от интродуцированных пород незначительными колебаниями в весе гусениц после воздействия водной среды и 0,001-процентного раствора «Фиолетовый-К», а отмеченные различия в весе гусениц в III и V возрастах можно объяснить интенсивностью питания и биохимической реактивностью организма в этих возрастах.

Надо особо отметить тот факт, что ответная физиологическая реакция по весовым показателям у интродуцированных пород тутового шелкопряда различна, в частности, наиболее ярко она проявляется у породы *Sverico-sari*: содержание грен в воде до 26 дней приводит к существенной интенсификации веса гусениц: по сравнению с контролем разница составляет в III возрасте – 16,4 %, в IV – 143,3 %, в V – 27,3 % (таблица 2). Хотя у другой интродуцированной породы *Oragase* отмечаются незначительные колебания в весовом показателе в гусеничной фазе: по сравнению с контролем разница составляет +43,7 %, +65,0 %, –36,2 % в III, IV, V возрастах соответственно (таблица 2).

В результате данных опытов было установлено, что завивка кокона непосредственно зависит от веса гусениц перед началом этого процесса. В зависимости от даты завивки кокона гусеницы были группированы, в результате чего было установлено, что, хотя процесс завивки в контроле и в варианте «водная среда» начинается почти одновременно, как у местной породы *Veten* (на 21,5 %), так и интродуцированной *Sverico-sari* (на 63,0 %) первые гусеницы во время завивки бывают значительно тяжелее (таблицы 1, 2).

Надо отметить, что изменение условий содержания грен в основном приводит к увеличению массы гусениц, коконов, куколок, шелковой оболочки. Ввиду того, что в опыт были взяты водные растворы препарата «Фиолетовый-К», нами были исследованы также физиологические показатели после содержания грен в дистиллированной воде (2-й контроль). Было установлено, что большой процент эффекта связан с растворителем препарата – водой. Как видно из данных, представленных на таблицах 1 и 2, в опытных вариантах с водой отмечается положительная реакция почти по всем физиологическим показателям.

Особо следует отметить результаты по шелковой оболочке, в частности, содержание грен местной породы *Veten* в водной среде и в 0,001-процентном растворе «Фиолетовый-К» приводит достоверному увеличению веса шелка на 54,4–80,5 % ($p < 0,05$; $p < 0,001$) и на 77,1–108,8% ($p < 0,001$) соответственно (таблица 1).

Аналогичный эффект был выявлен и для интродуцированной породы *Sverico-sari*: в частности, воздействие водой и «Фиолетовый-К» способствовало достоверному увеличению веса шелковой оболочки на 68,2–79,2 % ($p < 0,001$) и 16,1–11,4 % при 0,001-процентном ($p < 0,001$), 2,7 % ($p < 0,05$) при 0,01-процентном растворах соответственно (таблица 2).

Интересным результатом следует считать выявленные изменения по данному эффекту для интродуцированной породы *Oragase*, которые полностью отличаются своей отрицательной реакцией на данные воздействия извне. Было выявлено, что содержание зимующих грен этой породы (с 20.10.2018 по 15.11.2018) в водной среде и в 0,001-процентном растворе препарата «Фиолетовый-К» по сравнению с контролем приводит к достоверному снижению веса шелковой оболочки на 33,0 % (–78,5 мг) и 22,5 % (–49,0 мг) ($p < 0,001$) соответственно (таблица 2). Отрицательный эффект воздействия подтверждается и для других физиологических показателей, в частности веса гусениц, коконов, куколок, при этом исключение составляет лишь незначительное отклонение веса гусениц перед завивкой кокона в варианте с водой (таблица 2).

Было установлено, что содержание зимующих грен до 30 дней в водной среде и в водных растворах препарата «Фиолетовый-К» влияет также на дату вылета бабочек, исключением при этом также является интродуцированная порода *Oragase*: экзогенное воздействие стимулирует в данной серии ранний вылет имаго (таблица 2), причем гигротермический фон почти не изменяется.

Надо отметить, что в исследуемых сериях отмечается положительная ответная реакция во время кладок: в частности, только у интродуцированных пород тутового шелкопряда количество отложенных яиц в среднем на одну самку по сравнению с контролем выше в вариантах *Sverico-sari* в 3,6–4,8 раза («Фиолетовый-К») и *Oragase* в 1,1 раза (таблица 2).

Особо ощутима ответная реакция на изменение условий содержания в фазе зимующих грен во время формирования состояния физиологического покоя. Известно, что данное состояние имеет большое значение в жизненном цикле, сезонном развитии насекомых. В частности, у тутового шелкопряда пауза способствует своевременному выходу гусениц из яиц, позволяет пережить неблагоприятные экоусловия. Раннее вылупление совпадает с периодом отсутствия качественного естественного корма, что создает в гrenaжных хозяйствах трудности в содержании гусениц в летне-осенний период.

Выявлено, что содержание зимующих яиц до 30 дней в водной среде и в 0,01 и 0,001% -ных водных

растворах «Фиолетовый-К» приводит к увеличению процента диапаузирующих яиц. Исключение при этом составляет порода Oragase: на фоне 15,0 % в контроле отмечается незначительное увеличение на 25,9 % диапаузирующих яиц в варианте 0,001-процентного раствора «Фиолетовый-К» (таблицы 1, 2).

Интересным выводом можно считать и то, что независимо от породы всегда была отмечена довольно высокая смертность в контрольных вариантах. Было выявлено, что на этом фоне воздействие в фазе зимующих яиц приводит к снижению или полному отсутствию процента смертности: у местной породы Veten на 23,5–100 %, у интродуцированных пород Sverico-sari на 36,5–65,2 % (за исключением 0,01-процентного раствора «Фиолетовый-К»), Oragase – на 39,4–47,1 % (таблицы 1, 2).

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Сравнительный анализ полученных экспериментальных данных показывает, что экзогенное воздействие водой и 0,01 и 0,001%-ных водных растворов препарата «Фиолетовый-К» на зимующую грену тутового шелкопряда способствует формированию ответных реакций по многим физиологическим показателям, при этом степень выраженности данных реакций изменяется в зависимости от принадлежности пород: наиболее ярко выражена ответная реакция у местной породы Veten в отношении даты вылупления и прохождения линек в гусеничной фазе раз-

вития. На фоне незначительных колебаний весовых показателей у гусениц местной породы наиболее отчетливая ответная реакция была выявлена у интродуцированных пород Sverico-sari и Oragase: экзогенное воздействие на зимующих грен на фоне отмеченной тенденции увеличения массы гусениц, коконов и куколок стимулировало достоверное повышение веса шелковой оболочки. Кроме того, большое значение имеет выявление положительной ответной реакции на воздействие препаратом «Фиолетовый-К» на такие физиологические процессы, как кладка яиц и формирование диапаузного состояния, а также снижение процента смертности независимо от породной принадлежности тутового шелкопряда.

Результаты настоящих исследований являются предпосылкой для дальнейшей разработки вопросов прогнозирования успешности интродукции и выявления перспективных, наиболее выносливых пород тутового шелкопряда для использования в условиях Азербайджана.

Благодарности (Acknowledgments)

Авторы безгранично благодарны руководству Азербайджанского государственного аграрного университета за финансовую поддержку и помощь в организации центра для успешного проведения данных экспериментальных работ, а также признательны рецензентам за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Библиографический список

1. Harinatha Reddy A. Effect of *Aspergillus Fumigatus* Infection on The silk gland of *Bombyx Mori* L. // International Journal Recent Scientific Research. 2017. Vol. 8. No. 11. Pp. 21731–21733. DOI: 10.24327/ijrsr.2017.0811.1129.
2. Hanfu X., Yaowen L., Feng W., Lin Y. Overexpression and functional characterization of an *Aspergillus niger* phytase in the fat body of transgenic silkworm, *Bombyx mori* // Journal Transgenic Research. 2016. Vol. 23. No. 4. Pp. 669–677. DOI: 10.1007/s11248-014-9797-9.
3. Shobha R., Harinatha Reddy A., Venkatappa B. Catalase activity in haemolymph of silkworm (*Bombyx mori* L.) following fungal infection // Journal of Biology and Nature. 2016. Vol. 5. No. 3. Pp. 148–153. DOI: 10.24327 /ijrsr. 2017.0811.1129.
4. Кулиева Х. Ф., Бабаева М. А. Влияние воды и бактерицидных соединений на развитие зимующей грену тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. // Сборник АГАУ. Гянджа, 2019. С. 203–207.
5. Патент СССР № 94086564. Спосіб обробки грену шовкопряду: а.с. № 1780674 СССР. Кл. А01К67/04 / Аретинська Т. Б., Алексєніцер М. Л.; опубл. 28.02.97.
6. Денисова С. И., Миронович М. А., Дикович П. А. Влияние экстрактов коры дуба и почек березы на физиолого-биохимические показатели развития дубового шелкопряда // Веснік БДУ. 2016. № 4 (93). С. 22–29.
7. Патент А01К № 2127045 Способ обработки грену тутового шелкопряда / Шарков Г. А., Платунов С. В. Опубл.10.04.1999. 4 с.
8. Патент RU 2165 696 C1 А01К 61/00 Способ инкубации икры осетровых рыб / Мамедов Ч. А. Опубл. 24.04.2001. 6 с.
9. Кулиева Х. Ф., Агамалиев Ф. Г. Влияние водной среды на развитие тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. // Вестник Бакинского государственного университета. 2005. № 3. С. 46–54.
10. Шамиев Т. Х. Концентрация гемолимфы гусениц и ее значение в повышении и прогнозировании продуктивности тутового шелкопряда: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Баку, 1994. 30 с.
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 372 с.
12. Quliyeva H. F. Zərərli həşəratlar: neyroendokrin tənzimin fizioloji və biokimyəvi aspektləri. Bakı: Bayramoglu, 2015. 397 с.
13. Kuliyeva H. F. Some aspects of the Hormonal Control of Quantitative and Qualitative Displays of Photoperiodism in Silkworm *Bombyx mori* L. // Journal Entomology Research Society. 2005. Vol. 1 (7). pp. 65–75.

14. Takumi K., Mika M., Kobayashi I., Muramatsu D. Hormonal regulation and developmental role of Krüppel homolog 1, a repressor of metamorphosis in the silkworm *Bombyx mori* // *Developmental Biology*. 2014. Vol. 388 (1). Pp. 48–56.

15. Bela K., Bembem Th., Sanathoibi D. Kh. A comprehensive study of the changes in ecdysteroid levels during the feeding phase of fifth instar larvae of the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) // *European Journal Entomology*. 2015. Vol. 112 (4). Pp. 632–641. DOI: 10.14411/eje.2015.088.

Об авторах:

Гюльнар Дамировна Багирова¹, докторант, ORCID 0000-0003-3400-4483; aminamaryam@bk.ru

¹ Азербайджанский государственный аграрный университет, Гянджа, Азербайджанская Республика
Хокума Фармановна Кулиева², доктор биологических наук, профессор, ORCID 0000-0002-7760-3825; hokumabio@mail.ru

² Бакинский государственный университет, Баку, Азербайджанская Республика

The physiological reaction in the local breed and introduced silkworm breeds on the difference in conditions of detention of the wintering eggs

G. D. Bagirova¹, Kh. F. Kulieva²✉

¹Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Republic of Azerbaijan

²Baku State University, Baku, Republic of Azerbaijan

✉E-mail: hokumabio@mail.ru

Abstract. The purpose of this study is the ascertainment of to the physiological responses to exogenous exposure to aqueous solutions of the drug “Violet-K” (C₂₄H₂₈N₃Cl) in the phase of wintering eggs of the local and introduced silkworm species. **Methods.** The research was carried out according to the methodology developed by us for the content, selection and processing of material [9], [10]. Statistical analysis was performed according to G. F. Lakin [11]. **Results.** It was found that in the absence of sharp fluctuations of the temperature and air humidity, the effect of exposure to water and 0.01 % and 0.001 % aqueous solutions of the “Violet-K” preparation on hibernating eggs causes a response of caterpillars at younger ages during molting, by the fifth age this effect diminishes. A strong response to the impact in terms of weight of caterpillars was revealed for the introduced silkworm species: against the background of minor fluctuations in the “Oragase” variant for caterpillars “Sverico-sari” the difference with the control by age is 16.4 % (III), 143.3 % (IV) and 27.3 % (V). The introduced species “Oragase” often differs from the “Sverico-sari” and the local breed “Veten” by the presence of negative responses: the weight of caterpillars after exposure compared to the control corresponds to + 43.7 % (III), + 65.0 % (IV), –36.2 % (V). It was found that the content of wintering grains in water and aqueous solutions of the “Violet-K” preparation leads to the weight increase of the silk shell: by 54.4–80.5 % ($p < 0.05$ and 0.001) in the local species, as well as by 11.4–16.1 % (0.001 %) and 2.7 % (0.01 % solution “Violet K”) $p < 0.05$ and 0.001. The species “Oragase” differs in this effect compared with the control, particularly, in the comparison with control, the impact promotes to a significant decrease in the weight of the silk shell by 33 % (–78.5 mg) and 22.5 % (–49.0 mg), $p < 0.001$. The impact is reflected in the date of departure of butterflies and the number of laid eggs, and only in introduced species: the positive effect compared to the control, on average on 1 female was 3.6–4.8 times higher (“Sverico-sari”) and 1.1 times (“Oragase”).

Keywords: the local breed “Veten”, introduced silkworm breeds “Sverico-sari”, “Oragase”, the physiological reaction, water, “Violet-K” (C₂₄H₂₈N₃Cl).

For citation: Bagirova G. D., Kulieva Kh. F. Fiziologicheskaya reaktsiya u mestnykh i introdusirovannykh porod tutovogo shelkopyrada na izmenenie usloviy soderzhaniya zimuyushchikh gren [The physiological reaction in the local breed and introduced silkworm breeds on the difference in conditions of detention of the wintering eggs] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2021. No. 07 (210). Pp. 35–46. DOI: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-35-46. (In Russian.)

Date of paper submission: 07.06.2021, **date of review:** 11.06.2021, **date of acceptance:** 14.06.2021.

References

1. Harinatha Reddy A. Effect of *Aspergillus Fumigatus* Infection on The Silk gland of *Bombyx Mori* L. // *International Journal Recent Scientific Research*. 2017. Vol. 8. No. 11. Pp. 21731–21733. DOI: 10.24327/ijrsr. 2017.0811.1129.

2. Hanfu X., Yaowen L., Feng W., Lin Y. Overexpression and functional characterization of an *Aspergillus niger* phytase in the fat body of transgenic silkworm, *Bombyx mori* // *Journal Transgenic Research*. 2016. Vol. 23. No. 4. Pp. 669–677. DOI: 10.1007/s11248-014-9797-9.
3. Shobha R., Harinatha Reddy A., Venkatappa B. Catalase activity in haemolymph of silkworm (*Bombyx mori* L.) following fungal infection // *Journal of Biology and Nature*. 2016. Vol. 5. No. 3. Pp. 148–153. DOI: 10.24327/ijrsr.2017.0811.1129.
4. Kulieva Kh. F., Babaeva M. A. Vliyanie vody i bakteritsidnykh soedineniy na razvitie zimuyushchey greny tutovogo shelkopryada *Bombyx mori* L. [Influence of water and bactericidal compounds on the wintering grena of the silkworm *Bombyx mori*.] // In the collection AQAU. Gandja. 2019. Pp. 203–207. (In Russian.)
5. Patent SSSR № 94086564. Sposib obrabotki greny shovkopryadu [The method of processing of the silkworm grena]: a. s. № 1780674 SSSR. Kl. AO1K67/04 / Aretins'ka T. B., Aleksenitser M. L.; opubl. 28.02.97. (In Belarus.)
6. Denisova S. I., Mironovich M. A., Dikovich P. A. Vliyanie ekstraktov kory duba i pochek berezy na fiziologo-biokhimicheskie pokazateli razvitiya dubovogo shelkopryada [Impact of oak bark and birch bud extracts on physiological and biochemical parameters of oak silkworm development] // *Vestnik BDU*. 2016. Vol. 4. No. 93. Pp. 22–29. (In Belarus.)
7. Patent A01K № 2127045 Sposob obrabotki greny tutovogo shelkopryada [The method of processing of the silkworm grena] / Sharkov G. A., Platunov S. V. A01K № 2127045, 10.04.1999. Moscow. 4 p. (In Russian.)
8. Patent RU 2165 696 C1 A01K 61/00 Sposob inkubatsii ikry osetrovnykh ryb [The methods of incubated of sturgeon caviar] / Mamedov Ch. A. 6 p. (In Russian.)
9. Kulieva Kh. F., Agamaliyev F. G. Vliyanie vodnoy sredy na razvitie tutovogo shelkopryada *Bombyx mori* L. [The influence of the water environment on the development of *Bombyx mori* L.] // *Vestnik Bakinskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2005. No. 3. Pp. 46–54. (In Russian.)
10. Shamiev T. Kh. Kontsentratsiya gemolimfy gusenits i ee znachenie v povyshenii i prognozirovanii produktivnosti tutovogo shelkopryada: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk [The concentration of the hemolymph of caterpillars and its significance with regard increasing and forecasting the productivity of the silkworm *Bombyx mori*: abstract of the dissertation ... candidate of agricultural sciences, Baku, 1994. 30 p. (In Russian.)
11. Lakin G. F. Biometriya [Biometry]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990. 372 p.
12. Quliyeva H. F. Zərərli həşəratlar: neyroendokrin tənzimin fizioloji və biokimyəvi aspektləri. Bakı: Bayramoğlu, 2015. 397 c.
13. Kuliyeva H. F. Some aspects of the Hormonal Control of Quantitative and Qualitative Displays of Photoperiodism in Silkworm *Bombyx mori* L. // *Journal Entomology Research Society*. 2005. Vol. 1 (7). Pp. 65–75.
14. Takumi K., Mika M., Kobayashi I., Muramatsu D. Hormonal regulation and developmental role of Krüppel homolog 1, a repressor of metamorphosis in the silkworm *Bombyx mori* // *Developmental Biology*. 2014. Vol. 388 (1). Pp. 48–56.
15. Bela K., Bembem Th., Sanathoibi D. Kh. A comprehensive study of the changes in ecdysteroid levels during the feeding phase of fifth instar larvae of the silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) // *European Journal Entomology*. 2015. Vol. 112 (4). Pp. 632–641. DOI: 10.14411/eje.2015.088.

Authors' information:

Gyulnar D. Bagirova¹, doctoral student, ORCID 0000-0003-3400-4483; aminamaryam@bk.ru

Khokuma F. Kulieva, doctor of biological sciences, professor, ORCID 0000-0002-7760-3825; hokumabio@mail.ru

¹ Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Republic of Azerbaijan

² Baku State University, Baku, Republic of Azerbaijan