

Влияние различных гигротермических условий на показатели выкармливания тутового шелкопряда*

Е. Г. ЕВЛАГИНА, В. Г. ЕВЛАГИН, Е. Ф. ЛЕЙНВЕБЕР, М. Г. КОСТАДИНОВ

Научно-исследовательская станция шелководства – филиал Северо-Кавказского федерального научного аграрного центра, ул. Пушкина, 13, пос. Иноземцево, г. Железноводск, Ставропольский край, 357432, Российская Федерация

Резюме. Тутовый шелкопряд относится к пойкилотермным насекомым, поэтому очень чувствителен к изменениям условий окружающей среды, при этом действие температуры на организм связано с влиянием влажности воздуха. Цель исследования – изучение влияния гигротермических условий с повышенной температурой и влажностью воздуха в период выкармливания гусениц младших возрастов на динамику развития, биологические, продуктивные и репродуктивные показатели районированных в Российской Федерации пород тутового шелкопряда. Работу проводили в 2020–2022 гг. в Ставропольском крае. Объект исследования – породы тутового шелкопряда Кавказ-1, Кавказ-2, Белококонная-1 и Белококонная-2. Схему модельного опыта предусматривала содержание гусениц младших возрастов (I...III возраст) при температуре 27...28 °C и относительной влажности воздуха (ОВВ) 65...70 % с изменением этих условий в старших возрастах (IV...V возраст) на соответственно 24 °C и 75 %. Гигротермические условия с повышенной температурой и влажностью воздуха в период выкармливания гусениц младших возрастов способствуют сокращению его продолжительности, по сравнению с общепринятыми условиями содержания выкармливания тутового шелкопряда, в среднем на 5 суток, увеличению массы кокона в зависимости от породы в среднем на 7,6...13,4 %, массы шелковой оболочки – на 3,7...9,3 %, а также повышению сбора коконов с 1 г гусениц – на 4,9...11,5 %. При этом наблюдается улучшение репродуктивных показателей благодаря увеличению массы яиц в кладке в среднем на 1,74...3,6 %, количества яиц в кладке – на 2,0...4,6 % и, как следствие, повышение массы одной кладки на 5,3...8,4 %.

Ключевые слова: тутовый шелкопряд (*Bombyx mori* L.), гусеницы, гигротермический режим, динамика развития, период выкармливания, биологические показатели, продуктивность, репродуктивные показатели.

Сведения об авторах: Е. Г. Евлагина, директор (e-mail: gnu_rnis_silk@mail.ru); В. Г. Евлагин, научный сотрудник; Е. Ф. Лейнвебер, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник; М. Г. Костадинов, младший научный сотрудник

Для цитирования: Влияние различных гигротермических условий на показатели выкармливания тутового шелкопряда / Е. Г. Евлагина, В. Г. Евлагин, Е. Ф. Лейнвебер и др. // Достижения науки и техники АПК. 2023. Т. 37. № 12. С. 55–59. doi: 10.53859/02352451_2023_37_12_55

*исследования проведены в рамках выполнения Государственного задания Минобрнауки, код (шифр) научной темы FNMU-2022-0011.

The influence of various hygrothermal conditions on the rearing performance of silkworms

E. G. Evlagina, V. G. Evlagin, E. F. Leinweber, M. G. Kostadinov

Research Station of Sericulture – branch of the North Caucasus federal agricultural research centre, ul. Pushkina, 13, pos. Inozemtsevo, g. Zheleznovodsk, Stavropol'skii krai, 357432, Russian Federation

Abstract. The silkworm is a poikilothermic insect therefore it is very sensitive to changes in environmental conditions, and the effect of temperature on the body is associated with the influence of air humidity. The purpose of the research was to study the influence of hygrothermal conditions with increased temperature and air humidity during the feeding period of younger caterpillars on the dynamics of development, biological, productive and reproductive indicators of silkworm breeds zoned in the Russian Federation. The work was carried out in 2020–2022 in the Stavropol region. The object of the study was the silkworm breeds Kavkaz-1, Kavkaz-2, Belokokonnaya-1 and Belokokonnaya-2. The model experimental design provided for keeping caterpillars of younger ages (I–III age) at a temperature of 27–28 degrees Celsius and relative air humidity (RH) 65–70%, with these conditions changing at older ages (IV–V age) by 24 degrees Celsius and 75%, respectively. Hygrothermal conditions with increased temperature and air humidity during the feeding period of younger caterpillars contribute to a reduction in its duration, compared with generally accepted conditions for rearing silkworms, by an average of 5 days, and an increase in the mass of the cocoon, depending on the breed, by an average of 7.6–13.4%, the mass of the silk shell – by 3.7–9.3%, as well as an increase in the collection of cocoons from 1 g of caterpillars – by 4.9–11.5%. At the same time, an improvement in reproductive indicators was observed due to an increase in the mass of eggs in a clutch by an average of 1.74–3.6%, the number of eggs in a clutch – by 2.0–4.6% and, as a consequence, an increase in the weight of one clutch by 5.3–8.4%.

Keywords: silkworm (*Bombyx mori* L.); caterpillars; hygrothermal regime; development dynamics; feeding period; biological indicators; productivity; reproductive indicators

Author Details: E. G. Evlagina, director (e-mail: gnu_rnis_silk@mail.ru); V. G. Evlagin, research fellow; E. F. Leinweber, Cand. Sc. (Agr.), senior research fellow; M. G. Kostadinov, junior research fellow

For citation: Evlagina EG, Evlagin VG, Leinweber EF, et al. [The influence of various hygrothermal conditions on the rearing performance of silkworms]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2023;37(12): 55–9. Russian. doi: 10.53859/02352451_2023_37_12_55

Тутовый шелкопряд (*Bombyx mori* L.) – пойкилотермное, полностью одомашненное насекомое, которое не встречается в дикой природе, монофаг, на стадии гусеницы питается исключительно листьями шелковицы. Ценность тутового шелкопряда заключается в продуцировании натурального шелка – основной продукции шелководства. Температура и влажность воздуха, сезонность выкармливания, качество корма (лист шелковицы), генетика напрямую влияют на биологические показатели тутового шелкопряда, продуктивность выкармливания и качество шелкового сырья [1, 2].

Нижний температурный порог развития гусениц тутового шелкопряда – 7,5 °C, верхний – 35 °C, оптимум находится в пределах от 20 до 29 °C, температура для достижения максимальной продуктивности – от 23 до

28 °C в зависимости от возраста гусениц. Как правило на стадии гусеницы у тутового шелкопряда выделяют пять возрастов: I, II, III – младшие, IV и V – старшие. Существуют породы с более коротким циклом развития, имеющие четыре возраста [3]. Условия содержания гусениц младших возрастов определяют жизнеспособность тутового шелкопряда на последующих стадиях развития и продуктивность процесса выкармливания.

Температура воздуха выше 30 °C губительно влияет на жизнеспособность гусениц. При температуре ниже 20 °C замедляется физиологическая активность, особенно в младших возрастах, в результате чего гусеницы становятся ослабленными и восприимчивыми к различным заболеваниям. При повышении температуры скорость биохимических и физиологических реакций

увеличивается, а при уменьшении, наоборот снижается. Так, повышенная температура ускоряет рост и сокращает выкормочный период гусениц тутового шелкопряда из-за быстрого набора массы и более раннего выхода гусениц на завивку коконов, а при понижении температуры рост гусениц замедляется, что удлиняет сроки выкормки [4].

Оптимальная влажность воздуха (ОВВ) при выкормке гусениц 65...75 %. При ее повышении до 80 % замедляется испарение воды в теле гусениц, что приводит к снижению расхода тепла, повышает температуру тела, ускоряет физиологические процессы и, как следствие, увеличивает продуктивность выкормки. Влажность выше 80 % блокирует испарение влаги из тела, что нарушает нормальные процессы метаболизма и может привести к заболеваниям [3].

В научных публикациях, содержащих сведения о влиянии различных гигротермических условий на жизнеспособность и продуктивность тутового шелкопряда в основном обобщаются результаты исследований по влиянию факторов внешней среды на определенные стадии его развития (грена, гусеница, куколка, бабочка) [5] или содержатся сведения о оценке, направленной на подбор промышленных, коммерческих пород и гибридов для выкормок в климатических условиях отличных от рекомендуемых для его выращивания [6, 7, 8]. Следует отметить, что важное значение при выкормках в экстремальных условиях имеет генотип, реакция на высокотемпературные условия, термоустойчивость отдельных пород и гибридов тутового шелкопряда [9, 10].

В литературных источниках отсутствуют прямые данные о влиянии повышенной температуры и влажности в период выкормки гусениц младших возрастов на репродуктивные показатели тутового шелкопряда, что определяет актуальность такой работы [8, 11, 12].

Цель исследований – изучение влияния гигротермических условий с повышенной температурой и влажностью воздуха в период выкормки гусениц младших возрастов на динамику развития, биологические, продуктивные и репродуктивные показатели районированных в Российской Федерации пород тутового шелкопряда.

Условия, материалы и методы. Объект исследования – районированные породы тутового шелкопряда Кавказ-1, Кавказ-2, Белококонная-1 и Белококонная-2, содержащиеся в Биокolleкции пород тутового шелкопряда Научно-исследовательской станции шелководства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (Ставропольский край, г. Железноводск, пос. Иноземцево). Работу проводили в течение трех лет (2020-2022 гг.) на базе Станции шелководства – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», в выкормочных помещениях с использованием коллекционного генофонда и кормовых плантаций шелковицы.

Для исследований использовали племенную грену, полученную во время весенней и летней выкормок. Работу с репродуктивным материалом проводили в соответствии с действующими методическими положениями (*Основными методическими положениями по племенной работе с тутовым шелкопрядом. Москва: МСХ СССР, 1983. 21 с.*). В ходе исследований материал отбирали по признакам физиологического состояния, морфологическим и биологическим характеристикам пород (*Поддержание и сохранение генетического фонда тутового шелкопряда Росшелкстанции / сост. А. А. Климова, Г. Н. Тищенко, Иноземцево: Росшелкстанция, 1989. 120 с.*). Экспериментальные выкормки гусениц тутового

Таблица 1. Схема проведения опыта

Возраст гусениц	Режим выкормки			
	общепринятый (контроль)		экспериментальный (опыт)	
	температура, °С	ОВВ, %	температура, °С	ОВВ, %
I	26	65...70	27...28	75...80
II	26	65...70	27...28	75...80
III	25	65...70	27	75...80
IV	24	70...75	24	70...75
V	24	70...75	24	70...75

шелкопряда с оценкой биологических, продуктивных и репродуктивных показателей осуществляли по методике А. А. Климовой (Климова А. А. *Методика проведения экспериментальных выкормок тутового шелкопряда: методические рекомендации по шелководству. Иноземцево: Росшелкстанция, 1990. 17 с.*)

За опытную единицу принимали 0,15 г гусениц одного дня выхода из грены в четырехкратной повторности по каждой из исследуемых пород. Контроль – 0,15 г гусениц одного дня выхода из грены этих же пород в двукратной повторности.

Для изучения влияния гигротермических условий с повышенной температурой и влажностью воздуха на тутового шелкопряда ежегодно проводили экспериментальные выкормки (табл. 1). Экспериментальный режим выкормки был смоделирован с учетом опубликованных данных [3, 11], исходя из того, что верхний порог температуры для достижения максимальной продуктивности тутового шелкопряда составляет 28 °С, относительная влажность воздуха – 80 %. В контроле выкормку вели по общепринятому режиму. Выкормку гусениц опытных и контрольных групп в период младших возрастов прово-



Рисунок. Выкормка гусениц младших возрастов в специальных камерах.

дили в специальных камерах с заданными температурой и влажностью воздуха (см. рисунок), гусениц старших возрастов (опыт и контроль) содержали в одинаковых условиях в выкормочных помещениях.

В ходе проведения исследований изучали динамику развития гусениц тутового шелкопряда по возрастам, определяли биологические, продуктивные и репродуктивные показатели. Один из основных показателей, который относится к биологическим и определяется по итогам выкормки – жизнеспособность. Для ее определения отбирали коконы первых трех дней массовой закладки, далее подсчитывали количество коконов с живыми куколками, отдельно глухарей с мертвыми куколками и гусеницами, двойники и карапачах. По количеству нормальных коконов (коконы с живыми куколками) рассчитывали жизнеспособность гусениц в каждой группе по следующей формуле:

$$\text{Жизнеспособность (\%)} = \frac{\text{число коконов с живыми куколками (шт.)}}{\text{число гусениц в начале 3-го возраста}} \times 100 \quad (1)$$

Оценку таких показателей как средняя масса кокона, средняя масса шелковой оболочки и урожай коконов проводили на 9-й день со дня массовой закладки. Для этого взвешивали образец коконов от каждой партии (контрольные и опытные группы), состоящий из 25 самцов и 25 самок.

Среднюю массу кокона рассчитывали по формуле:

$$\text{Средняя масса кокона (г)} = \frac{\text{масса коконов (г)} 25 \delta + 25 \varphi}{50} \quad (2)$$

Среднюю массу шелковой оболочки определяли после взрезки и удаления куколки из кокона по формуле:

$$\text{Средняя масса шелковой оболочки (г)} = \frac{\text{масса коконов (г) без куколки} 25 \delta + 25 \varphi}{50} \quad (3)$$

Урожай коконов с 1 г гусениц, выраженный в килограммах, рассчитывали следующим образом:

$$\text{Урожай коконов (кг)} = \frac{\text{жизнеспособность (\%)} \times \text{средняя масса (г) кокона}}{100000} \times \text{количество вышедших гусениц в 1 г (шт.)} / 100000 \quad (4)$$

Репродуктивные показатели учитывали на грене первого дня откладки ее бабочкой. Подсчитывали количество яиц в кладке, определяли долю физиологического брака, нормальную грену взвешивали для расчета средней массы одного яйца по формуле:

$$\text{Средняя масса одного яйца (мг)} = \frac{\text{масса нормальной грены в кладке (мг)}}{\text{количество нормальных яиц в кладке (шт.)}} \quad (5)$$

Массу кладки определяли по формуле:

$$\text{Масса кладки, мг} = \text{средняя масса одного яйца (мг)} \times \text{количество яиц в кладке (шт.)} \quad (6)$$

Биометрическую обработку и анализ статистических данных проводили путем вычисления ошибки среднего ($\pm m$), коэффициента вариации (C_v) и расчета критерия Стьюдента для трех уровней достоверности при $p \leq 0,05$; $p \leq 0,01$; $p \leq 0,001$ с использованием программы StatPlus 7.

Результаты и обсуждение.

Повышение температуры на 2 °C и влажности воздуха на 10 % вызывает изменение темпов роста и развития гусениц тутового шелкопряда, наблюдается ускорение роста и развития биомассы опытных групп исследуемых районированных

пород, по сравнению с контролем (табл. 2). В опытных группах продолжительность нахождения гусениц в I и II возрастах в каждой из исследуемых пород сократилась, в сравнении с контролем, на одни сутки, в III возрасте – на двое суток. Следует отметить, что содержание гусениц младших возрастов в экстремальных гигротермических условиях повлияло и на развитие гусениц в V возрасте. У пород Кавказ-1, Кавказ-2, Белококонная-1 она сократилась на 1...2 суток, исключением была порода Белококонная-2, у которой продолжительность V возраста осталась без изменений. Сокращение выкормочного периода у гусениц опытных групп, по сравнению с контролем, в среднем по исследуемым районированным породам составило 5 суток.

Содержание гусениц младших возрастов (I...III возраст) при температуре 27...28 °C, относительной влажности воздуха 75...80 % с изменением условий в старших возрастах (IV...V возраст) на соответственно 24 °C и 75 % способствует ускорению развития гусениц, что позволяет сократить сроки выкормки. Гигротермические условия с повышенной температурой и влажностью воздуха способствуют выработке адаптационной приспособленности гусениц тутового шелкопряда к экстремальным климатическим условиям в летний период, что может быть использовано в селекционном процессе для выведения термоустойчивых линий, а в дальнейшем пород и гибридов [9, 10]. Такой режим выкормки может быть средством оценки и отбора пород и гибридов тутового шелкопряда по реакции на высокотемпературные условия для рекомендации их к выращиванию коконов в районах с жаркими климатическими условиями, что актуально в связи с изменениями климата за последние десятилетия [13].

Жизнеспособность гусениц опытных групп имела тенденцию к незначительному снижению, по сравнению с контрольными группами: Кавказ-1 – на 1,35 %, Кавказ-2 – на 1,76 %, Белококонная-1 – на 2,48 %, Белококонная-2 – на 1,87 %.

При повышении температуры и влажности воздуха в период выкормки гусениц младших возрастов средняя масса кокона тутового шелкопряда породы Кавказ-1 увеличилась, по сравнению с контролем, на 9,6 %, Кавказ-2 – на 11,7 %, Белококонная-1 – на 7,6 %, Белококонная-2 – на 13,4 %. Кроме того, отмечено повышение массы шелковой оболочки у исследуемых пород соответственно на 3,7 %, 6,1 %, 4,2 % и 9,3 %; урожай коконов с 1 г гусениц – на 8,1 %, 9,7 %, 4,9 % и 11,5 %.

В имеющихся немногочисленных исследованиях, в которых отражены сведения о результатах высокотемпературных выкормок тутового шелкопряда, приводятся более низкие показатели жизнеспособности и шелковой продуктивности, чем в нашем исследовании. Так, в работе, проведенной коллективом авторов Ташкентского

Таблица 2. Влияние гигротермических условий на продолжительность развития гусениц тутового шелкопряда, сутки

Вариант	Возраст гусениц*					Итого выкормочный период
	I	II	III	IV	V	
Кавказ-1						
Контроль	5	4	5	6	11	31
Опыт	4	3	3	6	9	25
Кавказ-2						
Контроль	5	4	5	6	10	30
Опыт	4	3	3	6	9	25
Белококонная-1						
Контроль	5	4	5	6	10	30
Опыт	4	3	3	6	9	25
Белококонная-2						
Контроль	5	4	5	6	9	29
Опыт	4	3	3	6	9	25

* с учетом периода линьки.

Таблица 3. Влияние гигротермических условий на биологические и продуктивные показатели тутового шелкопряда

Вариант	Жизнеспособность, %		Средняя масса кокона, г		Средняя масса шелковой оболочки, мг		Урожай коконов с 1 г гусениц, кг	
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$
Кавказ-1								
Контроль	96,5±0,24	2,61	1,98±0,035	1,07	406±4,397	2,61	4,184±0,034	1,32
Опыт	95,2±0,19*	1,47	2,17±0,041*	2,32	421±3,124*	2,39	4,524±0,025***	0,94
Кавказ-2								
Контроль	96,6±0,42	1,60	1,79±0,043	1,76	360±4,807	2,48	3,839±0,091	3,32
Опыт	94,9±0,36*	1,63	2,00±0,038*	1,85	382±3,464*	1,41	4,214±0,042*	1,41
Белококонная-1								
Контроль	96,7±0,15	0,26	1,97±0,035	2,90	379±4,083	3,10	4,439±0,009	0,31
Опыт	94,3±0,40***	0,76	2,12±0,017*	1,28	395±3,942*	3,21	4,658±0,072*	2,71
Белококонная-2								
Контроль	95,9±0,17	0,26	1,96±0,021	1,79	356±5,928	3,76	4,253±0,078	2,92
Опыт	94,1±0,35**	0,34	2,22±0,028**	1,58	389±5,774*	2,56	4,742±0,055**	1,83

*различия достоверны при $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

государственного аграрного университета и Научно-исследовательского института шелководства в 2018–2019 гг. на промышленных гибридах Мусаффо тола 1, Мусаффо тола 2 и зарубежном гибриде Jing song houyou по отбору тутового шелкопряда, устойчивого к высокой температуре 27...28 °C и относительной влажности 70...75 %, жизнеспособность гусениц составила 80...94 %, масса кокона – 1,11...1,74 г, масса оболочки кокона – 240...443,3 мг [8].

Жизнеспособность гибридов Маяк-2×Маяк-3, Намазлы-3×Мизури-1, Хеса 2/1×Намазлы-3 при испытании скоростных температуросменных режимов выкармливания гусениц тутового шелкопряда (поддержание в период младших возрастов 2/3 времени суток повышенной температуры 27...28 °C и 1/3 умеренной – 20...22 °C) в 2017–2019 гг. составила 93,7...96,3 %, масса кокона – 1,96...2,13 г [11].

В Пакистане в Сельскохозяйственном университете имени Пир Мехр Али Шаха ряд авторов проводили исследования на породах тутового шелкопряда РАК1, РАК-2, РАК-3, РАК-4, М101, М103, М104, М107, S-1, PFI-1 и PDI-2 в условиях скоростного режима выкармливания при повышенной температуре. Опыт проводили в течение шести поколений в весенний и осенний сезоны в 2006–2008 гг. Гусениц младших возрастов (I...III возраста) выращивали при температуре 27...28 °C с относительной влажностью 85...90 %, а гусениц старших возрастов (IV и V возраста) содержали при температуре 24...26 °C с относительной влажностью 70...80 %. Жизнеспособность по породам в среднем составляла 75...93 %, масса кокона – 1,37...1,57 г, масса оболочки кокона – 276...316 мг [12].

При выкармливании исследуемых районированных пород тутового шелкопряда в нашей работе наблюдалось увеличение массы кокона до 2,00...2,22 г, массы шелковой оболочки до 382...421 мг, несмотря на общее незначительное снижение жизнеспособности до 94,1...95,2 % (табл. 3).

Таблица 4. Влияние гигротермических условий на репродуктивные показатели тутового шелкопряда

Порода	Средняя масса одного яйца, мг		Количество яиц в кладке, шт.		Масса кладки, мг	
	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$	$M \pm m$	$Cv, \%$
Кавказ-1						
Контроль	0,651±0,002	1,0	792,5±5,64	5,4	505,8±8,02	5,6
Опыт	0,663±0,001*	0,9	812,3±4,32*	4,2	532,9±5,36*	4,8
Кавказ-2						
Контроль	0,643±0,001	1,3	747,4±3,96	3,5	474,2±6,12	5,1
Опыт	0,662±0,003**	1,2	762,7±3,12*	4,6	508,9±7,95*	6,9
Белококонная-1						
Контроль	0,614±0,005	1,4	707,2±4,96	5,7	429,7±8,12	4,3
Опыт	0,636±0,002*	1,2	731,3±3,45*	3,9	465,5±9,01*	6,4
Белококонная-2						
Контроль	0,632±0,003	1,0	714,6±9,42	6,7	447,3±8,86	8,2
Опыт	0,643±0,006	1,7	748,1±5,38*	4,4	476,7±5,98*	7,4

*различия между показателями достоверны при $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

в кладке – 731,3...812,3 шт., масса кладки – 465,5-532,9 мг) показатели.

Ежегодные выкормки тутового шелкопряда в гигротермических условиях с повышенными температурой и влажностью воздуха могут быть инструментом отбора и оценки пород и гибридов тутового шелкопряда в промышленном шелководстве, что позволит осуществлять

производство качественных коконов на территориях с более жарким климатом. Селекционная работа с тутовым шелкопрядом в направлении адаптации к температурным колебаниям и выведению новых термоустойчивых популяций, стабильных по жизнеспособности и продуктивности в экстремальных условиях перспективна для продолжения, в том числе и в старших возрастах гусениц.

Литература.

1. Использование способов управления размножением тутового шелкопряда (*Bombyx mori* L.) в практическом шелководстве / Е. А. Ларькина, У. Х. Акилов, Ж. Ш. Туичиев и др. // *Аграрная наука*. 2022. № 7-8. С. 114–120. doi: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120.
2. Юматов Е. Н., Евлагина Е. Г. Сравнительные производственно-экономические показатели традиционных и альтернативных производственных систем получения животного белка: цыплята-бройлеры, мучной червь и тутовый шелкопряд // *Аграрная наука*. 2022. № 4. С. 26–33. doi: 10.32634/0869-8155-2022-358-43-26-33.
3. Gencoglan S., Baspinar A. Determination of the silkworm (*Bombyx mori* L.) heat requirements in rearing room of village house for optimal environmental conditions // *Pakistan Journal of Zoology*. 2016. Vol. 48. No. 2. P. 557–561.
4. The effect of temperature on combining ability and genetic parameters of parental silkworm lines (*Bombyx mori* L.) / A. Ardehijani, M. Hosseini, H. Seyed, et al. // *Ecological Genetics and Genomics*. 2023. Vol. 26. Article 100161. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405985423000022?via%3Dihub> (дата обращения: 21.06.2023). doi: 10.1016/j.egg.2023.100161.
5. Sarkhel S., Shrivastava S., Pouranik M. The effective influence of temperature on the varied characteristic of silkworm: A review // *Asian J. Exp. Sci*. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 31–37.
6. Влияние метода получения односуточных яиц на адаптационные способности тутового шелкопряда *Bombyx mori* L. / Б. У. Насириллаев, Ш. Р. Умаров, М. Ш. Жуманиезов и др. // *Аграрная наука*. 2019. № 2. С. 32–35. doi: 10.32634/0869-8155-2019-322-2-32-35.
7. Effect of environmental conditions on the changes of voltinism in three lines of *Bombyx mori* / G. Z. Gonzalez, M. Almanza, M. Velez, et al. // *An Acad Bras Cienc*. 2023. Vol. 95. No. 1. P. 1–15. URL: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/TjmXDqZ7ys7kpcLYX8zcnRc/?lang=en> (дата обращения: 21.06.2023). doi: 10.1590/0001-3765202320210122.
8. Влияние аномальных климатических условий на показатели жизнеспособности и продуктивности коконов гибридных комбинаций тутового шелкопряда / Ш. Р. Умаров, А. Н. Батирова, Б. А. Мирзаходжаев и др. // *The scientific heritage*. 2021. № 74. С. 11–14. doi: 10.24412/9215-0365-2021-74-1-11-14.
9. Mirzaeva A. R. G. Hereditary variability of biological features of mulberry silkworm under different conditions // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2020. Vol. 12. No. 1. P. 48–55. doi: 10.12731/2658-6649-2020-12-1-48-55.
10. Мирзоева, А. Р. Сравнительный анализ устойчивости гибрида "Мизури-5 х Маяк-6" к неблагоприятным условиям окружающей среды и его высокой продуктивности при адаптивной селекции для развития шелководства // *Аграрная наука*. 2020. № 1. С. 36–39. doi: 10.32634/0869-8155-2020-334-1-36-39.
11. Мусаева С. Р., Гусейнова Р. Р. Влияние температурного режима на содержание гусениц тутового шелкопряда // *Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы: материалы V научно-практической конференции с международным участием*. Вологда: Вологодский научный центр РАН, 2022. С. 76–81.
12. Hussain M., Khan S. A., Aslam M. Evaluation of genetic potential of inbred pure lines of silkworm for breeding and cocoon production in Pakistan // *African Journal of Food Science*. 2010. Vol. 4. No. 5. P. 300–302.
13. Картографирование современной изменчивости агроклиматических условий Северного Кавказа / В. В. Братков, С. В. Савинова, П. В. Ключин и др. // *Юг России: экология, развитие*. 2021. Т. 16. № 4 (61). С. 173–181. doi: 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181.

References

1. Lar'kina EA, Akilov UKh, Tuichiev ZhSh, et al. [The use of methods for controlling the reproduction of the silkworm (*Bombyx mori* L.) in practical sericulture]. *Agramaya nauka*. 2022;(7-8):114-20. Russian. doi: 10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-114-120.
2. Yumatov EN, Evlagina EG. [Comparative production and economic indicators of traditional and alternative production systems for obtaining animal protein: Broiler chickens, mealworm and silkworm]. *Agramaya nauka*. 2022;(4):26-33. Russian. doi: 10.32634/0869-8155-2022-358-43-26-33.
3. Gencoglan S, Baspinar A. Determination of the silkworm (*Bombyx mori* L.) heat requirements in rearing room of village house for optimal environmental conditions. *Pakistan Journal of Zoology*. 2016;48(2):557-61.
4. Ardehijani A, Hosseini M, Seyed H, et al. The effect of temperature on combining ability and genetic parameters of parental silkworm lines (*Bombyx mori* L.). *Ecological Genetics and Genomics* [Internet]. 2023 [cited 2023 Jun 21];26: Article 100161. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2405985423000022?via%3Dihub>. doi: 10.1016/j.egg.2023.100161.
5. Sarkhel S, Shrivastava S, Pouranik M. The effective influence of temperature on the varied characteristic of silkworm: A review. *Asian J. Exp. Sci*. 2017;31(2):31-7.
6. Nasirillaev BU, Umarov ShR, Zhumaniezov MSh, et al. [The influence of the method of obtaining single-day eggs on the adaptive abilities of the silkworm *Bombyx mori* L.]. *Agramaya nauka*. 2019;(2):32-5. Russian. doi: 10.32634/0869-8155-2019-322-2-32-35.
7. Gonzalez GZ, Almanza M, Velez M, et al. Effect of environmental conditions on the changes of voltinism in three lines of *Bombyx mori*. *An Acad Bras Cienc* [Internet]. 2023 [cited 2023 Jun 21];95(1):1-15. Available from: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/TjmXDqZ7ys7kpcLYX8zcnRc/?lang=en>. doi: 10.1590/0001-3765202320210122.
8. Umarov ShR, Batyrova AN, Mirzakhodjaev BA, et al. [The influence of abnormal climatic conditions on the viability and productivity of cocoons of hybrid silkworms]. *The scientific heritage*. 2021;(74):11-4. Russian. doi: 10.24412/9215-0365-2021-74-1-11-14.
9. Mirzaeva ARG. Hereditary variability of biological features of mulberry silkworm under different conditions. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2020;12(1):48-55. doi: 10.12731/2658-6649-2020-12-1-48-55.
10. Mirzoeva AR. [Comparative analysis of stability of "Mizuri-5 x Mayak-6" hybrid to adverse environmental conditions and its high productivity in adaptive breeding for the development of sericulture]. *Agramaya nauka*. 2020;(1):36-9. Russian. doi: 10.32634/0869-8155-2020-334-1-36-39.
11. Musaeva SR, Huseynova RR. [The influence of temperature regime on the maintenance of silkworm caterpillars]. In: *Agramaya nauka na sovremenom etape: sostoyanie, problemy, perspektivy: materialy V nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Agrarian science at the present stage: State, problems, prospects]*. Vologda (Russia): Vologodskii nauchnyi tsentr RAN; 2022. p. 76-81. Russian.
12. Hussain M, Khan SA, Aslam M. Evaluation of genetic potential of inbred pure lines of silkworm for breeding and cocoon production in Pakistan. *African Journal of Food Science* 2010;4(5):300-2.
13. Bratkov VV, Savinova SV, Klyushin PV, et al. [Mapping of modern variability of agro-climatic conditions of the North Caucasus]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie*. 2021;16(4):173-81. Russian. doi: 10.18470/1992-1098-2021-4-173-181.