

Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 4 (16). С. 108-117
Agricultural journal. 2023; 16 (4). P. 108-117

Зоотехния и ветеринария

Научная статья
УДК 638.2:637.5
DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.4.16.2023

ВЛИЯНИЕ АЭРОИОНИЗАЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ТУОВОГО ШЕЛКОПРЯДА

**Елена Григорьевна Евлагина, Виктор Григорьевич Евлагин,
Евдокия Федотовна Лейнвебер, Максим Генчев Костадинов**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», Россия, Ставропольский край, г. Михайловск, e-mail: gnu_rnis_silk@mail.ru

Аннотация. Многочисленными исследованиями установлено, что отрицательные аэроионы благоприятно влияют на организм животных, улучшая обмен веществ, аппетит и усвояемость кормов, способствуют росту и развитию, повышают продуктивность и устойчивость к заболеваниям, а также благоприятно влияют на здоровье пчёл. Цель исследования – изучение действия аэроионизации на динамику развития гусениц; биологические, продуктивные и репродуктивные показатели туового шелкопряда. Объектом исследования являлись районированные породы туового шелкопряда: Кавказ-1, Кавказ-2, содержащиеся в Биокolleкции пород туового шелкопряда Научно-исследовательской станции шелководства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (Ставропольский край, г. Железноводск, пос. Иноземцево). В результате проведенных исследований получены следующие результаты: обработка отрицательными ионами в период выкормки младших возрастов гусениц (с 1-го по 3-й возраст) пород Кавказ-1, Кавказ-2 положительно сказывается на последующих стадиях развития туового шелкопряда; сокращается выкормочный период – гусеницы раньше уходят на завивку; повышается жизнеспособность на 2,0–2,4 %, по сравнению с контролем (выкормка без обработки отрицательными ионами); увеличивается средняя масса кокона по породам (Кавказ-1 – на 2,6 %, Кавказ-2 – 1,1 %) по сравнению с контролем; снижается количество коконного брака (коконов-глухарей в среднем – на 1,05 %, коконов-двойников – на 1,06 %); повышаются репродуктивные показатели (средняя масса 1 яйца – на 1,38 % и 1,71 %, среднее количество яиц в кладке – на 78,8 штук и на 60,6 штук, вследствие чего увеличивается масса кладки на 11,8 % и 12,1 % у пород Кавказ-1 и Кавказ-2 соответственно). Таким образом, аэроионизация при выкормке гусениц младших возрастов туового шелкопряда способствует увеличению массы коконов, повышению урожая и сокращению количества бракованных коконов и стимулирует плодовитость бабочек.

Ключевые слова: аэроионизация, отрицательные ионы, туовый шелкопряд, порода, гусеницы, младшие возраста, развитие, продуктивность

Для цитирования: Евлагина Е.Г., Евлагин В.Г., Лейнвебер Е.Ф., Костадинов М.Г. Влияние аэроионизации на продуктивность тутового шелкопряда // Сельскохозяйственный журнал. 2023. № 4 (16). С.108-117.

DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.4.16.2023

Zootechny and veterinary science

Original article

EFFECT OF AEROIONIZATION ON THE PRODUCTIVITY OF THE SILKWORM

Elena G. Evlagina, Viktor G. Evlagin, Evdokiia F. Leinveber, Maksim G. Kostadinov
FSBSI “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre”, Russia, Stavropol Territory, Mikhailovsk, e-mail: gnu_rnis_silk@mail.ru

Abstract. Numerous studies have established that negative air ions have a beneficial effect on the animal body, improving metabolism, appetite and feed digestibility, promote growth and development, increase productivity and resistance to diseases, and also have a beneficial effect on the health of bees. The purpose of the research was to study the effect of aeroionization on dynamics of larvae development, biological, productive and reproductive parameters of the silkworm. The object of the study was recognized breeds of silkworm: Kavkaz-1, Kavkaz-2, which were included in the Biocollection of silkworm breeds of Sericulture Research Station – branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “North Caucasus Federal Agricultural Research Centre” (Stavropol Territory, Zheleznovodsk, Inozemtsevo). According to the research, the following results were obtained: treatment with negative ions during the fattening period of younger instars of larvae (from the first to the third instar) of Kavkaz-1, Kavkaz-2 breeds had a positive effect on subsequent stages of silkworm development; the fattening period was shortened – larvae formed cocoons earlier; viability increased by 2,0-2,4% compared to the control group (fattening without treatment with negative ions); average cocoon weight increased depending on the breed: Kavkaz-1 by 2,6%, Kavkaz-2 by 1,1% compared to the control group; number of cocoon defects decreased: (on average, dead cocoons by 1,05%, twin cocoons by 1,06%); reproductive parameters increased: the average weight of one egg by 1,38% and 1,71%, average number of egg laying by 78,8 pieces and by 60,6 pieces, as a result of which the weight of egg mass increased by 11,8% and 12,1% for Kavkaz-1 and Kavkaz-2 breeds, respectively. Thus, aeroionization when fattening younger instars of silkworm larvae helps increase the mass of cocoons, increases yield and reduces the number of defective cocoons and stimulates the fertility of butterflies.

Keywords: aeroionization, negative ions, silkworm, breed, larvae, younger instars, development, productivity

For citation: Evlagina E.G., Evlagin V.G., Leinveber E.F., Kostadinov M.G. Effect of aeroionization on the productivity of the silkworm // Agricultural Journal. 2023. No. 4 (16). P. 108-117. DOI 10.48612/FARC/2687-1254/011.4.16.2023

Введение. Тутовый шелкопряд – насекомое, сильно зависящее от факторов окружающей среды. Процесс одомашнивания тутового шелкопряда привел к снижению

естественной устойчивости организма к определённым патогенам, вызывающим различные заболевания. Наиболее распространёнными заболеваниями тутового шелкопряда являются мускардина, пембрина (нозематоз), фляшерия (мертвенность), полиэдроз (желтуха), а также различные виды бактериозов, вызываемые *Bacillus thuringiensis*, *Streptococcus faecalis*, *Streptococcus faecium*, *Staphylococci sp.* и *Serratia marcescens*, которые как по отдельности, так в сочетании с друг с другом приводят к высокой гибели гусениц, ухудшению качества коконов, увеличивая количество коконного брака и снижая тем самым урожай коконов [1, 2, 3].

Как известно, на вирусные заболевания приходится почти 70 % гибели гусениц на выкормках, поэтому современным и актуальным считается решение вопросов, связанных с изысканием лечебных и профилактических средств в борьбе с заболеваниями тутового шелкопряда [4].

В существующих системах содержания сельскохозяйственных животных и птицы, а также тутового шелкопряда высокие уровни продуктивности возможны только тогда, когда обеспечен соответствующий микроклимат. Особое значение при этом должно уделяться таким факторам, как температура, влажность, запыленность воздуха, содержание патогенных микроорганизмов, вирусов и других вредных веществ. Исходя из этого, в последнее время особое внимание уделяется ионизации воздуха как средству улучшения микроклимата [5, 6, 7].

Ионизация воздуха вызвана электромагнитным воздействием двух частиц, в результате которого одна частица приобретает энергию, достаточную для высвобождения электрона. Аэроионы различаются по характеру заряда: положительно заряженный ион, образующийся в следствии потери электронов нейтральными частицами, и отрицательно заряженный ион, возникающий в следствии соединения с электрически нейтральной частицей [8, 9]. Многочисленными исследованиями установлено, что наиболее благоприятное влияние на организм животных оказывают отрицательные аэроионы [10, 11].

Исследованиями различных авторов установлено, что искусственно ионизированный воздух улучшает обмен веществ, аппетит животных и усвояемость кормов, способствует росту и развитию, повышает продуктивность и устойчивость к заболеваниям, а также благоприятно влияет в том числе и на пчёл [7, 12]. В птицеводстве исследования показали, что отрицательная ионизация воздуха оказывает благотворное влияние практически на все функции организма птицы [10, 13].

Известно, что заболевания тутового шелкопряда встречаются практически на всех стадиях развития, но проявляются на стадии гусеницы, особенно в старших (4-й и 5-й) возрастах. При этом дезинфекция и гигиена в помещениях, поддержание оптимальных условий инкубации гены (яиц) и выкормки гусениц младших возрастов обеспечивают значительную устойчивость к болезням в старших возрастах гусениц [14, 15].

Таким образом, ионизация воздуха, являясь элементом окружающей среды, способствующим сокращению количества болезнетворных патогенов и улучшению микроклимата, а также общей продуктивности сельскохозяйственных животных и птицы, содержащихся в помещениях, может найти большое практическое применение в шелководстве.

Цель исследования. Изучение действия аэроионизации на динамику развития гусениц; биологические, продуктивные и репродуктивные показатели тутового шелкопряда.

Материал и методы исследований. Исследования, направленные на изучение действия отрицательно заряженных ионов на развитие гусениц, биологические показатели и продуктивность тутового шелкопряда, проводились на базе Научно-исследовательской станции шелководства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (Ставропольский край, г. Железноводск, пос. Иноземцево).

Объектом исследований являлись районированные породы тутового шелкопряда Кавказ-1 и Кавказ-2, содержащиеся в Биокolleкции пород тутового шелкопряда Станции шелководства. Для проведения исследований были сформированы опытные группы по 300 гусениц в трёх повторностях по каждой породе. Контроль (выкормка без аэроионизации) – 300 гусениц в трехкратной повторности этих же пород.

Экспериментальная выкормка проводилась в соответствии с действующими методическими рекомендациями А. А. Климовой (1990) [16].

Для изучения действия аэронов на организм тутового шелкопряда аэроионизацию осуществляли в период выкормки гусениц младших возрастов (1–3-й возраст) (рисунок 1). В качестве источника отрицательно заряженных ионов использовался ионизатор «Супер-Плюс-Турбо» (концентрация не более 40×10^3 ион/см³). Обработку гусениц отрицательно заряженными ионами проводили по 2 часа каждый день, исключая периоды линек. Гусеницы располагались на расстоянии 40 см от устройства.



Рисунок 1. Обработка отрицательно заряженными ионами гусениц младших возрастов

В ходе исследований изучали динамику развития гусениц тутового шелкопряда по возрастам, определяли биологические, продуктивные и репродуктивные показатели.

Жизнеспособность – один из основных показателей, относящийся к биологическим, определяется по итогам выкормки. В опытных и контрольных группах отбирали коконы первых трех дней массовой завивки, 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) определяли жизнеспособность гусениц в каждой группе по следующей формуле (1):

$$\text{Жизнеспособность, \%} = \frac{\text{Кол-во коконов с живыми куколками (шт)}}{\text{Кол-во гусениц в начале 3-ого возраста (шт)}} \times 100 \quad (1)$$

Оценку таких показателей, как средняя масса кокона и урожай коконов, осуществляли на 9-й день со дня массовой завивки. Взвешивали образец коконов от каждой партии (контрольные и опытные группы), состоящий из 25 самцов и 25 самок.

Среднюю массу кокона рассчитывали по формуле (2):

$$\text{Ср. масса кокона, г} = \frac{\text{Масса коконов (г)} \times 25 \sigma + 25 \varphi}{50} \quad (2)$$

Урожай коконов с 1 г гусениц, выраженный в килограммах, вычисляли расчетным путем по формуле (3):

$$\text{Урожай коконов, кг} = \frac{\text{Жизнеспособность (\%)} \times \text{Ср.масса кокона(г)} \times \text{Кол-во вышедших гусениц в 1 г (шт)}}{100000} \quad (3)$$

Определение репродуктивных показателей проводили на грене 1-го дня откладки её бабочкой. Количество яиц в кладке подсчитывали, определяли процент физиологического брака, нормальную grenу взвешивали для определения средней массы одного яйца по формуле (5):

$$\text{Средняя масса одного яйца, мг} = \frac{\text{Масса нормальной grenы в кладке (мг)}}{\text{Кол-во нормальных яиц в кладке (шт)}} \quad (4)$$

Массу кладки высчитывали по формуле (5):

$$\text{Масса кладки, мг} = \text{Средняя масса одного яйца (мг)} \times \text{Кол-во яиц в кладке (шт)} \quad (5)$$

Биометрическую обработку и анализ статистических данных проводили путём вычисления ошибки среднего ($\pm m$), коэффициента вариации (Cv) и расчёта критерия Стьюдента для трёх уровней достоверности при $P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$ с использованием программы StatPlus 7.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ динамики выкормочного периода по возрастам гусениц (рисунок 2) показал отсутствие отклонений в развитии гусениц с 1-го по 4-й возраст, в 5-ом возрасте гусениц – незначительное ускорение развития в опытных группах в сравнении с контролем: период развития сократился на одни сутки (гусеницы раньше ушли на завивку).

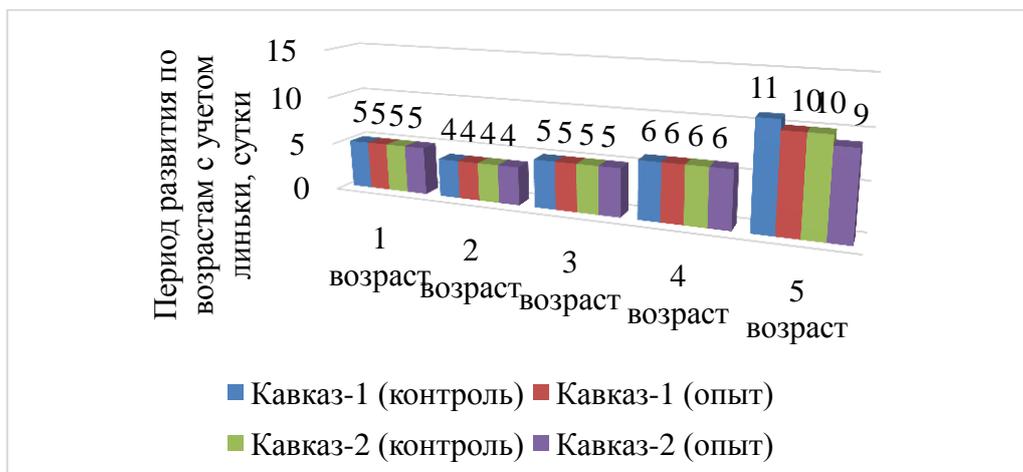


Рисунок 2. Динамика развития гусениц тутового шелкопряда пород Кавказ-1, Кавказ-2

Показатели, характеризующие жизнеспособность и продуктивность тутового шелкопряда, приведены в таблице 1.

Таблица 1

Биологические и продуктивные показатели тутового шелкопряда

Группы	Жизнеспособность, %		Средняя масса кокона, г		Урожай коконов с 1 г гусениц, кг	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Кавказ-1						
контроль	96,5±0,24	2,61	1,93±0,019	1,07	4,079±0,034	1,32
опыт	98,8±0,54*	1,02	1,98±0,015	2,05	4,284±0,058*	1,86
Кавказ-2						
контроль	96,6±0,42	1,60	1,79±0,018	1,76	3,839±0,075	2,95
опыт	98,5±0,29*	1,20	1,81±0,015	1,86	3,958±0,044	1,69

* $P \leq 0,05$

Данные, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о положительном влиянии обработки гусениц младших возрастов отрицательно заряженными ионами на биологические показатели и продуктивность тутового шелкопряда. Так, в опытных группах жизнеспособность гусениц тутового шелкопряда пород Кавказ-1 и Кавказ-2 оказалась выше контроля на 2,4 % ($P \leq 0,05$) и 2,0 % ($P \leq 0,05$) соответственно. Обработка отрицательными ионами способствовала получению коконов большей массы в опытных группах, по сравнению с контрольными (по породе Кавказ-1 – на 2,6 %, по породе Кавказ-2 – на 1,1 %), а также повышению урожая коконов с 1 г гусениц (Кавказ-1 – на 5,0 % ($P \leq 0,05$), Кавказ-2 – на 3,1 % по отношению к контролю).

Следует отметить, в опытных группах тутового шелкопряда пород Кавказ-1 и Кавказ-2, по сравнению с контрольными, наблюдается снижение количества коконного брака: коконов-глухарей в среднем по породам – на 1,05 %, коконов-двойников – на 1,06 % (рисунок 3).

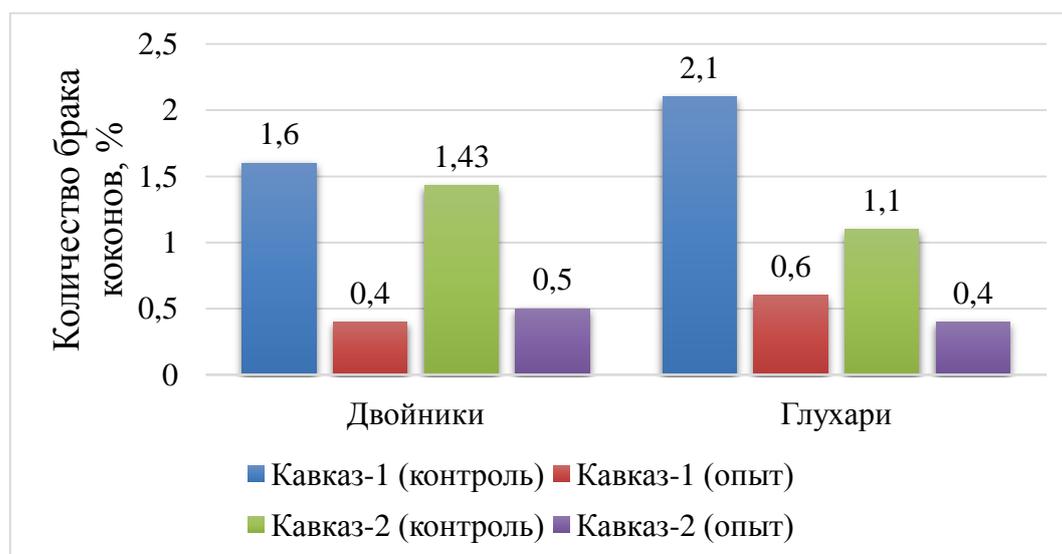


Рисунок 3. Количество коконного брака

Также было изучено влияние отрицательных ионов при обработке гусениц младших возрастов (1–3) на репродуктивные показатели бабочек тутового шелкопряда, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Репродуктивные показатели тутового шелкопряда

Группа	Масса 1 яйца, мг		Количество яиц в кладке, шт.		Масса кладки яиц, мг	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Кавказ-1						
контроль	0,652±0,003	1,1	739,5±5,12	5,1	484,9±7,68	6,1
опыт	0,661±0,001*	1,2	818,3±4,53***	3,9	542,3±4,98**	5,4
Кавказ-2						
контроль	0,643±0,001	1,4	712,1±4,27	5,6	451,4±7,41	5,8
опыт	0,654±0,002**	0,8	772,7±3,82***	4,8	505,9±8,52**	7,1

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$

Анализ результатов показал, что обработка отрицательными ионами гусениц тутового шелкопряда младших возрастов повышает репродуктивные показатели: среднюю массу 1 яйца – на 1,38 % ($P \leq 0,05$) и 1,71 % ($P \leq 0,01$), среднее количество яиц в кладке – на 78,8 штук ($P \leq 0,001$) и на 60,6 штук ($P \leq 0,001$), вследствие этого увеличивается масса кладки на 11,8 % ($P \leq 0,01$) и 12,1 % ($P \leq 0,01$) у пород Кавказ-1 и Кавказ-2 соответственно. Это свидетельствует о положительном влиянии аэроионизации на формирование яиц тутового шелкопряда и, как следствие, улучшение плодовитости бабочек.

Заключение. В проведённых нами исследованиях выявлено, что аэроионизация при выкормке гусениц младших возрастов (с 1-го по 3-й) тутового шелкопряда положительно сказывается на последующих стадиях развития тутового шелкопряда. Реакция тутового шелкопряда на воздействие отрицательно заряженных ионов выражается в повышении интенсивности развития и жизнеспособности (за счёт снижения заболеваемости), увеличении продуктивности (урожая коконов) и репродуктивных показателей.

Список источников

1. Somu C., Karupiah H., Sundaram J. Antiviral activity of seselin from Aegle marmelos against nuclear polyhedrosis virus infection in the larvae of silkworm, *Bombyx mori* // Journal of Ethnopharmacology. 2019. No. 245. P. 1-11. DOI: 10.1016/j.jep.2019.112155
2. Efficacy of phototrophic bacterial feed supplementation on economic traits and disease resistance in mulberry silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) / K. Rahul, P. Anil, M. Pooja et al. // Revista de la Sociedad Entomológica Argentina. 2022. Vol. 83. No. 3. P. 28-40. DOI:10.25085/rsea.810303.
3. Ильиных А. В. Вертикальная передача бакуловирусов // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2019. № 3. С. 321–330. DOI: 10.1134/S0002332919030032.

4. Lens on Tropical Sericulture Development in Indonesia: Recent Status and Future Directions for Industry and Social Forestry / L. Andadari, D. Yuniati, B. Supriyanto // *Insects*. 2022. No. 13. P. 1-25. DOI:10.3390/insects13100913
5. Technology of Microclimate Regulation in Organic and Energy-Sustainable Livestock Production / Z. Havelka, R. Kunes, Y. Kononets // *Agriculture*. 2022. Vol.12. No. 10. P. 1-24. DOI: 10.3390/agriculture12101563
6. 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.
7. Herbut E., Sosnowka-Czajka E., Skomorucha I. Air ionization in livestock buildings – a review // *Annals of Animal Science*. 2018. Vol. 18. No. 4. P. 899–905. DOI: 10.2478/aoas-2018-0043.
8. Шикин В. Отрицательные ионы в криогенных средах // *Физика низких температур*. 2017. Т. 43. № 6. С. 807–818. EDN YTXPET.
9. Experimental evaluation of positive and negative air ions disinfection efficacy under different ventilation duct conditions / S. S. Nunayon, H. H. Zhang, X. Jin et al. // *Building and Environment*. 2019. No. 158. P. 295–301. DOI: 10.1016/j.buildenv.2019.05.027.
10. Абузярова Г. А. Изменение массы печени гусиных эмбрионов при действии отрицательных аэроионов // *Международный вестник ветеринарии*. 2021. № 2. С. 108–111. EDN FHESTR.
11. Определение оптимального режима работы устройства «Аэротон» для кур-несушек / Р. А. Камалов, Н. С. Гегамян, Л. Ю. Киселев и др. // *Аграрный вестник Урала*. 2019. № 1(180). С. 16–20. DOI: 10.32417/article_5ca4df106d1b01.03591716.
12. Oskin S., Tsokur D., Voloshin S. Modeling process of water bubbling with ozone to obtain disinfectant solutions in beekeeping // *Engineering for Rural Development, Jelgava*. 2019. Vol. 18. P. 1210-1214. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N412.
13. Бирюкова Е. Е., Хохлов Р. Ю. Закономерность роста яйцевода кур в эмбриональном периоде при использовании аэроионизации // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2018. № 3. С. 39–41. EDN XPBXJJ.
14. Impact of disinfectants on the intestinal bacterial symbionts and immunity of silkworm (*Bombyx mori* L.) / G. Li, M. Cai, X. Zheng et al. // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. No. 29. P. 79545–79554. DOI: 10.1007/s11356-022-21442-0
15. Begum S. F., Savithri G. Investigation on conversion efficiencies of mulberry leaves in silkworm *Bombyx Mori* L. During the progress of entomo-pathogenic fungus *beauveria bassiana* (bal) vuill // *Uttar pradesh journal of zoology*. 2022. Vol. 43. No. 16, 37–48. DOI:10.56557/upjoz/2022/v43i163140
16. Климова А. А. Методика проведения экспериментальных выкормок тутового шелкопряда. Методические рекомендации по шелководству // *Иноземцево: Росшелкстанция*, 1990. 17 с.

References

1. Somu C., Karupiah H., Sundaram J. Antiviral activity of seselin from *Aegle marmelos* against nuclear polyhedrosis virus infection in the larvae of silkworm, *Bombyx mori* // *Journal of Ethnopharmacology*. 2019. No. 245. pp. 1-11. DOI: 10.1016/j.jep.2019.112155

2. Efficacy of phototrophic bacterial feed supplementation on economic traits and disease resistance in mulberry silkworm, *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae) / K. Rahul, P. Anil, M. Pooja et al. // *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*. 2022. Vol. 83. No. 3. pp. 28-40. DOI:10.25085/rsea.810303.
3. Ilinykh A.V. Vertical transmission of baculoviruses // *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Biological series*. 2019. No. 3. pp. 321-330. DOI: 10.1134/S0002332919030032.
4. Lens on Tropical Sericulture Development in Indonesia: Recent Status and Future Directions for Industry and Social Forestry / L. Andadari, D. Yuniati, B. Supriyanto // *Insects*. 2022. No. 13. pp. 1-25. DOI:10.3390/insects13100913
5. Technology of Microclimate Regulation in Organic and Energy-Sustainable Livestock Production / Z. Havelka, R. Kunes, Y. Kononets // *Agriculture*. 2022. Vol.12. No. 10. pp. 1-24. DOI: 10.3390/agriculture12101563
6. 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. pp. 557-561.
7. Herbut E., Sosnówka-Czajka E., Skomorucha I. Air ionization in livestock buildings – a review // *Annals of Animal Science*. 2018. Vol. 18. No. 4. pp. 899–905. DOI: 10.2478/aoas-2018-0043.
8. Shikin V. Negative ions in cryogenic media // *Low Temperature Physics*. 2017. Vol. 43. No 6. pp. 807-818. EDN YTXPET.
9. Experimental evaluation of positive and negative air ions disinfection efficacy under different ventilation duct conditions / S. S. Nunayon, H. H. Zhang, X. Jin et al. // *Building and Environment*. 2019. No. 158. pp. 295–301. DOI: 10.1016/j.buildenv.2019.05.027.
10. Abuzyarova G. A. Changes in the liver mass of goose embryos under the action of negative aeroions // *International Bulletin of Veterinary Medicine*. 2021. No 2. pp. 108-111. EDN FHESTR.
11. Determining the optimal mode of operation of the device “Aeroton” for laying hens / R. A. Kamalov, N. S. Gegamyayn, L. Yu. Kiselev et al. // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2019. No. 1(180). pp. 16-20. DOI: 10.32417/article_5ca4df106d1b01.03591716.
12. Oskin S., Tsokur D., Voloshin S. Modeling process of water bubbling with ozone to obtain disinfectant solutions in beekeeping // *Engineering for Rural Development, Jelgava*. 2019. Vol. 18. pp. 1210-1214. DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N412.
13. Biryukova E. E., Khokhlov R. Yu. Regularity of oviduct growth in hens during the embryonic period when using aeroionization // *International Agricultural Journal*. 2018. No. 3. pp. 39-41. EDN XPBXJJ.
14. Impact of disinfectants on the intestinal bacterial symbionts and immunity of silkworm (*Bombyx mori* L.) / G. Li, M. Cai, X. Zheng et al. // *Environmental Science and Pollution Research*. 2022. No. 29. pp. 79545–79554. DOI: 10.1007/s11356-022-21442-0
15. Begum S. F., Savithri G. Investigation on conversion efficiencies of mulberry leaves in silkworm *Bombyx Mori* L. During the progress of entomo-pathogenic fungus *beauveria bassiana* (bal) vuill // *Uttar pradesh journal of zoology*. 2022. Vol. 43. No. 16, 37–48. DOI:10.56557/upjoz/2022/v43i163140
16. Klimova A. A. Methodology of experimental silkworm feeding. Methodological recommendations on sericulture // *Inozemtsevo: Russian Sericulture Research Station*, 1990. 17p.

Сведения об авторах

Елена Григорьевна Евлагина, директор Станции шелководства – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», тел.: 8-(879)-325-54-79, e-mail: kim307@bk.ru ORCID 0000-0003-1050-9970

Виктор Григорьевич Евлагин, научный сотрудник Станции шелководства – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», тел.: 8-938-354-23-83, e-mail: evlaginvg@mail.ru ORCID: 0000-0002-2404-4222

Евдокия Федотовна Лейнвебер, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Станции шелководства – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», тел.: 8-919-739-97-82, e-mail: tutovod@mail.ru ORCID 0000-0002-5284-0840

Максим Генчев Костадинов, младший научный сотрудник Станции шелководства – филиала ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», тел.: 8-928-632-62-53, e-mail: maks.kostadinov@mail.ru ORCID: 0009-0001-7080-3904

Information about the authors

E. G. Evlagina, Director of the Sericulture Station – branch of FSBSI “North Caucasus FARC”, tel.: 8-(879)-325-54-79, e-mail: kim307@bk.ru ORCID 0000-0003-1050-9970

V. G. Evlagin, Researcher of the Sericulture Station – branch of FSBSI “North Caucasus FARC”, tel.: 8-938-354-23-83, e-mail: evlaginvg@mail.ru ORCID: 0000-0002-2404-4222

E. F. Leinveber, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Sericulture Station – branch of FSBSI “North Caucasus FARC”, tel.: 8-919-739-97-82, e-mail: tutovod@mail.ru ORCID 0000-0002-5284-0840

M. G. Kostadinov, Junior Researcher of the Sericulture Station – branch of FSBSI “North Caucasus FARC”, tel.: 8-928-632-62-53, e-mail: maks.kostadinov@mail.ru ORCID: 0009-0001-7080-3904

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors' contribution: All authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication. The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 01.11.2023; одобрена после рецензирования 15.11.2023; принята к публикации 17.12.2023.

The article was submitted 01.11.2023; approved after reviewing 15.11.2023; accepted for publication 17.12.2023.