

Статья поступила в редакцию: 22.08.2026

Статья принята к публикации: 15.09.2026

Статья опубликована: 28.09.2026

УДК 638.2+66.047

DOI: 10.32743/UniTech.2026.150.9.23418

Исследование качественных и технологических показателей коконов тутового шелкопряда при различных способах первичной переработки

Самандаров Достон Ишмухаммат угли

PhD, доц.

Ташкентский государственный технический университет

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: ishmuxammedovich@mail.ru

Study of the quality and technological characteristics of silkworm cocoons subjected to different primary processing methods

Samandarov Doston Ishmukhammat ugli

PhD

Ass. Prof., Tashkent State Technical University

Republic of Uzbekistan, Tashkent

Аннотация

В статье представлены результаты сравнительной оценки качественных и технологических свойств коконов тутового шелкопряда после применения различных способов первичной переработки. Цель исследования заключалась в определении наиболее эффективного режима обработки, обеспечивающего сохранение технологических характеристик коконного сырья и повышение его промышленной ценности. Экспериментальные исследования проведены на девяти группах образцов, подвергнутых различным видам физического воздействия, включая замораживание, микроволновую, инфракрасную, вакуумную, вибрационную и ультразвуковую обработку, а также их комбинированные варианты. Методика исследования основывалась на сравнительном анализе показателей качества в соответствии с требованиями действующих государственных стандартов. Оценка включала товарные и дефектные коконы, размерный состав, массу и шелконосность, линейную плотность и метрическое число шелковой нити, непрерывность размотки и выход шелковой продукции. Установлено, что наиболее высокие качественные и технологические показатели достигнуты при комбинированной обработке инфракрасным излучением при температуре 70 °С и ультразвуком частотой 40 кГц. Применение данного режима обеспечило максимальную долю товарных коконов и шелконосность, благоприятные

Библиографическое описание: Самандаров Д.И.У. Исследование качественных и технологических показателей коконов тутового шелкопряда при различных способах первичной переработки // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 9(150). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23418>

показатели массы и технологических свойств шелковой нити, высокую непрерывность размотки и выход шелковой продукции. Результаты исследования свидетельствуют о перспективности комбинированной инфракрасно-ультразвуковой обработки как эффективного способа первичной переработки коконов тутового шелкопряда.

Abstract

The article presents the results of a comparative evaluation of the quality and technological properties of silkworm cocoons after the application of various primary processing methods. The aim of the study was to determine the most effective treatment regime that ensures the preservation of the technological characteristics of cocoon raw material and enhances its industrial value. Experimental studies were conducted on nine groups of samples subjected to different types of physical treatment, including freezing, microwave, infrared, vacuum, vibration, and ultrasonic treatments, as well as their combined variants. The research methodology was based on a comparative analysis of quality indicators in accordance with the requirements of applicable national standards. The evaluation included marketable and defective cocoons, size distribution, cocoon weight and silk content, linear density and metric count of the silk thread, reeling continuity, and silk product yield. The results showed that the highest quality and technological performance was achieved using combined infrared treatment at 70 °C and ultrasound at a frequency of 40 kHz. This treatment regime provided the highest proportion of marketable cocoons and silk content, favorable cocoon weight and technological properties of the silk thread, high reeling continuity, and silk product yield. The results demonstrate the potential of combined infrared–ultrasonic treatment as an effective method for the primary processing of silkworm cocoons.

Ключевые слова: кокон, куколка, тутовой шелкопряд, бабочка, первичная переработка, инфракрасная излучения, ультразвук, температура, влажность.

Keywords: cocoon, pupa, silkworm, butterfly, primary processing, infrared radiation, ultrasound, temperature, humidity.

Введение

Оценка качественных и технологических свойств коконов шелкопряда является важнейшим этапом в определении эффективности процессов первичной переработки [10, 4, 2]. Настоящее исследование основано на сравнительном анализе девяти образцов, полученных после различных видов обработки. Анализ охватывает шесть групп показателей, характеризующих коммерческое качество, размеры коконов, содержание шелка, свойства волокна, непрерывность размотки и выход шелковых продуктов. Такой подход позволяет выявить изменения, вызванные применяемыми методами обработки, и экспериментально определить технологический процесс, обеспечивающий наилучшее сохранение технологических характеристик коконов [8, 7].

Сравнительный анализ экспериментальных данных позволяет определить влияние различных методов обработки на качественные и технологические показатели, определяющие промышленную ценность коконов [9, 6, 5].

Материалы и методы

Оценка качественных и технологических показателей коконов тутового шелкопряда, подвергнутых различным методам первичной переработки, проводилась путем сравнительного анализа экспериментальных образцов. Методическая основа классификации и оценки коконов базировалась, прежде всего, на требованиях Межгосударственного стандарта ГОСТ 31256-2004 «Коконы тутового шелкопряда воздушно-сухие. Технические условия», применимых к коконам белых пород и гибридов после первичной обработки. Технологическая терминология, относящаяся к живым коконам, рассматривалась в соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ 31257 «Коконы тутового шелкопряда живые. Технические условия» [1].

Испытания выполнялись в лабораторных условиях с соблюдением одинаковых условий проведения эксперимента. Температурные режимы, продолжительность обработки и технологические параметры соответствовали установленной программе испытаний. Количество коконов в каждой экспериментальной партии составляло 100 шт.

При переработке коконов тутового шелкопряда исследовались девять различных способов обработки:

1. Замораживание при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
2. Микроволновая обработка при мощности 700 Вт;
3. Обработка горячим воздухом при температуре $75\text{ }^{\circ}\text{C}$;
4. Комбинированная ИК вибрационная обработка при температуре $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ и частоте вибрации 8,15 Гц;
5. ИК обработка при температуре $75\text{ }^{\circ}\text{C}$
6. Вакуумная обработка при остаточном давлении 130 Па
7. Комбинированная ИК и УЗ обработка при $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 20 кГц;
8. Комбинированная ИК и УЗ обработка при $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 30 кГц;
9. Комбинированная ИК и УЗ обработка при $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 40 кГц.

Подготовка образцов. Для сравнительной оценки влияния различных физических воздействий на качественные и технологические показатели коконов были сформированы девять экспериментальных вариантов, различающихся режимами и параметрами обработки. Полученные образцы пронумеровали от №1 до №9 и подвергли комплексным лабораторным исследованиям по единой методике, обеспечивающей сопоставимость результатов и объективную оценку технологических свойств коконного сырья [3].

Результаты и обсуждения

Полученные результаты лабораторных исследований были систематизированы и подвергнуты сравнительному анализу. Основные качественные и технологические показатели исследованных образцов коконов подробно представлены в табл. 1–6.

В табл. 1 представлены результаты комплексной оценки качественных характеристик коконов по таким показателям, как сортовые, рубцовые, атласистые, пятнистые, остроконечные, тонкополюсные, тонкостенные коконы, двойники, а также другие виды дефектов.

Таблица 1.

Сравнительная оценка влияния различных методов первичной переработки на долю коконов товарного качества и дефектных коконов

№	Номер образца	Сортовые и дефектные коконы, %								
		сортовые	рубцовые	атласные	пятнистые	остроконечные	тонкоплюсные	тонкостенные	Двойник	Прочие
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	№ 1	57,84	5,88	1,96	19,62	3,92	3,92	5,88	3,92	-
2	№ 2	72,00	10,00	-	13,00	7,00	1,00	3,00	-	-
3	№ 3	61,00	6,00	-	13,00	3,00	4,00	4,00	1,00	-
4	№ 4	66,00	6,00	-	12,00	3,00	-	6,00	1,00	-
5	№ 5	65,69	3,00	-	15,00	5,00	3,00	-	1,00	-
6	№ 6	38,89	10,00	-	40,00	10,78	2,22	4,67	-	-
7	№ 7	67,00	2,00	-	9,82	7,00	3,00	20,00	0,98	-
8	№ 8	69,61	1,96	-	8,63	5,88	-	3,92	-	-
9	№ 9	73,00	4,90	-	7,00	2,22	1,96	2,94	-	-

Наилучшие качественные показатели установлены для образца №9: доля коммерчески жизнеспособных коконов достигла максимального значения – 73,00 %, доля коконов низкой плотности составила минимальные 7,00 %, остроконечных – 2,22 %, тонкостенных – 2,94 %. Атласистые коконы и коконы-двойники отсутствовали, что подтверждает высокую эффективность применённого режима первичной переработки и сохранение качества коконного сырья.

В табл. 2 представлены результаты анализа коконов по малому, среднему, крупному и особо крупному калибрам. Распределение коконов по калибру является важным технологическим показателем, характеризующим однородность сырья по размерам и позволяющим оценить влияние различных способов первичной переработки на сохранение геометрических параметров коконов.

Таблица 2.

Сравнительная оценка распределения размеров коконов

№	Номер образца	Калибр коконов, %			
		Мелкий (14-15 мм)	Средний (16-19мм)	Крупный (20-22 мм)	Особо крупный (23 мм и выше)
1	2	3	4	5	6
1	№ 1	-	84,75	15,25	-
2	№ 2	-	51,52	43,77	-
3	№ 3	-	76,12	23,38	-
4	№ 4	-	80,60	13,89	-
5	№ 5	-	86,11	19,40	-
6	№ 6	-	82,86	17,14	-
7	№ 7	-	71,23	35,21	-
8	№ 8	-	64,79	42,87	-
9	№ 9	-	72,13	48,48	-

Результаты калибровки показали отсутствие коконов малого и особо крупного калибра во всех исследованных образцах. Наиболее благоприятные показатели установлены для образца №9: доля коконов среднего калибра составила 72,13 %, а крупного – 48,48 %, являясь максимальной среди исследованных вариантов. Полученные результаты подтверждают сохранение размерных характеристик и технологической однородности коконов после первичной переработки.

В табл. 3 представлены результаты оценки основных технологических показателей коконов, включающих среднюю массу кокона и среднее содержание шелка. Данные параметры являются важными критериями технологической ценности коконного сырья, поскольку характеризуют его продуктивные свойства и потенциальный выход шелкового волокна при последующей переработке.

Таблица 3.

Сравнительная оценка массы и содержания шелка в коконах

№	Номер образца	Масса кокона, среднее значение, г,	Шелконосность, среднее значение, %
1	2	3	4
1	№ 1	0,536	53,54
2	№ 2	0,626	52,08
3	№ 3	0,557	55,14
4	№ 4	0,563	55,06
5	№ 5	0,519	55,88
6	№ 6	0,531	51,85
7	№ 7	0,585	55,16
8	№ 8	0,597	56,73
9	№ 9	0,622	58,19

Результаты анализа свидетельствуют о выраженном преимуществе образца №9. Его средняя масса составила 0,622 г, что является одним из наиболее высоких значений в экспериментальной серии и практически соответствует максимальному показателю образца №2 (0,626 г). При этом образец №9 характеризовался максимальным содержанием шелка – 58,19 %, превосходя по данному показателю все исследованные варианты.

В табл. 4 представлены результаты анализа линейной плотности шелковой нити, выраженной в тексах, и метрического числа – показателей, характеризующих технологические свойства нити, полученной из коконов, подвергнутых различным методам переработки.

Таблица 4.

Сравнительная оценка линейной плотности и количества нитей в метрической шкале шелка из коконов

№	Номер образца	Текс, среднее значение	№ метрический, среднее значение
1	2	3	4
1	№ 1	0,269	3717

№	Номер образца	Текс, среднее значение	№ метрический, среднее значение
2	№ 2	0,257	3757
3	№ 3	0,281	3559
4	№ 4	0,262	3817
5	№ 5	0,283	3534
6	№ 6	0,282	3546
7	№ 7	0,290	3448
8	№ 8	0,281	3559
9	№ 9	0,307	3891

Результаты показывают, что образец Образец №9 продемонстрировал наиболее высокие показатели: линейная плотность нити составила 0,307 текс, а метрическое число – 3891. Линейная плотность превысила показатель образца №7 (0,290 текс) примерно на 5,9 %, а метрическое число являлось максимальным среди всех вариантов. Полученные результаты свидетельствуют о сохранении благоприятных технологических характеристик коконной нити после первичной переработки. В табл. 5 представлены результаты анализа технологических показателей, таких как длина непрерывной намотки, общая длина шелковой нити и процент непрерывной намотки.

Таблица 5.

Сравнительная оценка длины непрерывной намотки и общей длины шелковой нити из коконов

№ п/п	Номер образца	Одиночная размотка, среднее значение		
		Непрерывно-разматываемая длина, м	Общая длина, м	В процентах
1	2	3	4	
1	№ 1	992	992	100 %
2	№ 2	900	900	100 %
3	№ 3	650	883	74 %
4	№ 4	633	825	77 %
5	№ 5	783	1050	75 %
6	№ 6	550	792	69 %
7	№ 7	725	825	87 %
8	№ 8	950	950	100 %
9	№ 9	967	967	100 %

Результаты показывают, что образец №9 характеризовался высокой длиной непрерывной намотки – 967 м, полностью совпадающей с общей длиной нити, что обеспечило 100 % непрерывность размотки. Аналогичный показатель отмечен только у образцов №1, №2 и №8. Полученные результаты свидетельствуют о высокой технологической целостности коконной нити и её устойчивости к обрывам при размотке.

В табл. 6 представлены результаты анализа по технологическим показателям, таким как выход сырого шелка, сырье коконов, остатки оболочки, общий выход шелковой продукции, куколки, растворимые вещества и удельный расход.

Таблица 6.

Сравнительная оценка выхода шелковой продукции из коконов

№	Номер образца	Выход продукции, %						
		Шелк-сырец	Кокон-ный сдир	Оболочка одонка	Всего шелко-продуктов	Куколка	Растворимые вещества	Удельный расход
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	№ 1	37,74	4,72	1,42	43,88	43,86	12,26	2,7
2	№ 2	45,64	3,36	4,03	53,03	45,64	1,33	2,2
3	№ 3	41,08	5,41	2,70	49,19	47,57	3,24	2,4
4	№ 4	40,64	6,42	6,42	53,48	44,39	2,13	2,5
5	№ 5	43,20	2,43	9,22	54,85	37,86	7,29	2,3
6	№ 6	42,42	6,06	7,88	56,36	40,00	3,64	2,4
7	№ 7	34,85	6,57	3,54	44,96	43,94	11,10	2,9
8	№ 8	45,45	3,41	7,95	56,81	37,50	5,69	2,2
9	№ 9	38,19	8,04	7,07	53,27	41,70	5,03	2,6

Образец №9 характеризовался общим выходом шелковой продукции 53,27 %, в том числе выходом шелка-сырца 38,19 %. Следует отметить, что максимальный общий выход шелковой продукции установлен для образца №8 (56,81 %), а образец №6 также имел более высокий показатель (56,36 %). Кроме того, выход шелка-сырца у образца №9 был ниже, чем у образцов №2 (45,64 %) и №8 (45,45 %). Таким образом, преимущество образца №9 определяется не максимальным выходом шелковой продукции или шелка-сырца как отдельными показателями, а совокупностью его качественных и технологических характеристик, включая максимальную долю товарных коконов и шелконосность, высокие показатели массы кокона и свойств шелковой нити, а также 100 %-ную непрерывность размотки при длине нити 967 м.

Выводы

Сравнительный анализ девяти образцов по шести группам качественных и технологических показателей показал, что наиболее сбалансированным комплексом характеристик обладал образец №9, обработанный комбинированным воздействием ИК-излучения при 70 °С и ультразвука частотой 40 кГц. Доля товарных коконов составила 73,00 %, шелконосность – 58,19 %, средняя масса кокона – 0,622 г, линейная плотность нити – 0,307 текс, метрическое число – 3891. Длина непрерывно разматываемой нити достигла 967 м при 100 %-ной непрерывности размотки. Общий выход шелковой продукции составил 53,27 %, а выход шелка-сырца – 38,19 %, при этом максимальные значения данных показателей были получены для других экспериментальных вариантов. Следовательно, преимущество образца №9 обусловлено не максимальным выходом продукции по отдельному показателю, а совокупностью показателей товарного качества коконов,

шелконосности и технологических свойств шелковой нити. Полученные результаты позволяют рассматривать комбинированный режим ИК 70 °С + УЗ 40 кГц как наиболее рациональный среди исследованных вариантов по комплексу оцененных качественных и технологических характеристик.

Список литературы

1. Абдукадиров М.А. Исторический контекст и будущий потенциал шелко-водства в узбекистане // Современная биология и генетика. – 2025. – № 13.
2. Дадажонов Ш.Д., Каримов Р.Ж. Ў., Зокиров Г.Д. Подготовка крученых нитей из натурального шелка к дальнейшему использованию // Universum: технические науки. – 2023. – С. 16–20.
3. Сафаров Ж.Э. Султанова Ш.А. Фу Я. Усенов А.Б. Самандаров Д.И. Душанова Д.Д. Экспериментальное исследование сушки коконов тутового шелкопряда с использованием инфракрасного и ультразвукового воздействия // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2026.
4. Сафаров Ж.Э., Дадаев Г.Т., Эркинов Д.Д. У. Исследование первичной обработки коконов тутового шелкопряда // Universum: технические науки. – 2018. – С. 8–11.
5. Сафаров Ж.Э. и др. Исследование техники и технологии для морки и сушки коконов тутового шелкопряда // Universum: технические науки. – 2019. – С. 45–47.
6. Турдалиева М.М., Тургунбеков А.М. Ў. Исследование и анализ современного состояния коконопрядильных машин // Universum: технические науки. – 2025. – Т. 4. – С. 38–41.
7. Юматов Е.Н. Оценка новых источников белка насекомых в условиях Российской Федерации, как устойчивая альтернатива традиционным вариантам производства белоксодержащих продуктов // Сельское хозяйство. – 2019. – С. 1–24.
8. Bhat A., Sahaf K.A., Buhroo Z.I., Mir S.A. Effect of different stifling methods on cocoon quality parameters: A comparative study // Journal of Entomological Research. – 2025. – Т. 49, № 1.
9. Chen S.R., Chen J.Y., Mujumdar A.S. A preliminary study of steam drying of silkworm cocoons // Drying Technology. – 1992. – Т. 10, № 1.
10. Lee Y.W. Silk reeling and testing manual. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1999. – 130 P.(FAO Agricultural Services Bulletin; No. 136).

References

1. [Historical Context and Future Potential of Sericulture in Uzbekistan] // Sovremennaya biologiya i genetika. – 2025. – No. 13. (In Russ.)
2. Dadazhonov Sh.D., Karimov R.Zh. Ў., Zokirov G.D. Preparation of twisted threads from natural silk for further use // Universum: technical sciences. – 2023. – No. 4–4 (109). – P. 16–20.

3. [Sultanova Sh.A. Fu Ya. Usenov A.B. Samandarov D.I. Dushanova D.D. Experimental Investigation of Mulberry Silkworm Cocoon Drying Using Infrared and Ultrasonic Treatment] // *Universum: tekhnicheskie nauki: elektron. nauchn. zhurn.* – 2026. (In Russ.)
4. Safarov Zh.E., Dadaev G.T., Erkinov D.D.U. Study of primary processing of silkworm cocoons // *Universum: technical sciences.* – 2018. – No. 9 (54). – P. 8–11.
5. Safarov Zh.E. et al. Study of equipment and technology for drying and drying silkworm cocoons // *Universum: technical sciences.* – 2019. – No. 9 (66). – P. 45–47.
6. Turdialieva M.M., Turgunbekov A.M. Ў. Study and analysis of the current state of cocoon spinning machines // *Universum: technical sciences.* – 2025. – Vol. 4, No. 2 (131). – P. 38–41.
7. Yumatov E.N. Evaluation of new sources of insect protein in the conditions of the Russian Federation, as a sustainable alternative to traditional options for the production of protein-containing products // *Agriculture.* – 2019. – No. 1. – P. 1–24.
8. Bhat A., Sahaf K.A., Buhroo Z.I., Mir S.A. Effect of different stifling methods on cocoon quality parameters: A comparative study // *Journal of Entomological Research.* – 2025. – Vol. 49, No. 1.
9. Chen S.R., Chen J.Y., Mujumdar A.S. A preliminary study of steam drying of silkworm cocoons // *Drying Technology.* – 1992. – Vol. 10, No. 1.
10. Lee Y.W. Silk Reeling and Testing Manual. FAO Agricultural Services Bulletin No. 136. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1999.