



UDC 628.477:677

*Viorica CAZAC,
Jana CÎRJĂ,
Elena URSU,*

Faculty of Design, Technical University of Moldova

ANALYSIS OF TEXTILE WASTE MANAGEMENT MODELS

Abstract. The increasing volume of textile waste at the global level requires the development of sustainable strategies for reuse and valorization. The paper presents an analysis of possibilities to extend the lifespan of textile products, from education to reconceptualization, redesign, repair, reconfiguration, readaptation, and reuse. The involvement of techniques based on repair, layering, and reuse becomes a relevant model for the contemporary circular economy. In the same context, various textile waste management models were evaluated, highlighting the role of creative technologies in the valorization of textiles of any type: cotton, linen, hemp, wool, and silk, with different geometric, structural, physical, mechanical, and chemical properties.

Keywords: *textile waste, circular economy, creative reuse, sustainability, textile design, upcycling, textile materials*

Introduction

The textile industry is one of the largest generators of solid waste in the global economy. In the last decade, the growth of the fast fashion phenomenon has reduced the usage lifespan of textile products, creating increased pressure on collection, storage, and recycling systems.

In this context, there is a need to promote a culture of awareness regarding the necessity of extending the lifespan of textile products, as well as fostering a creative attitude toward aesthetic diversification of clothing through accessories that contribute to image diversification as a personalization trend.

At the same time, it is necessary to analyze and apply various solutions, including traditional ones, such as reconceptualization, redesign, repair, reconfiguration, readaptation, and reuse. Their promotion and integration at the educational level represent an essential objective that shapes a mindset oriented toward inspiration for long-term circular innovation.



1. Textile Waste Management Models

Textile waste management is based on the sustainability hierarchy, oriented toward reduction, reuse, and recycling, and represents a complex system of processes targeting the collection, sorting, reuse, recycling, and valorization of post-consumer and post-industrial textile materials [1–4].

These models have evolved from simple, linear approaches to integrated, circular, and intelligent systems based on digital technologies and innovation (Fig. 1).

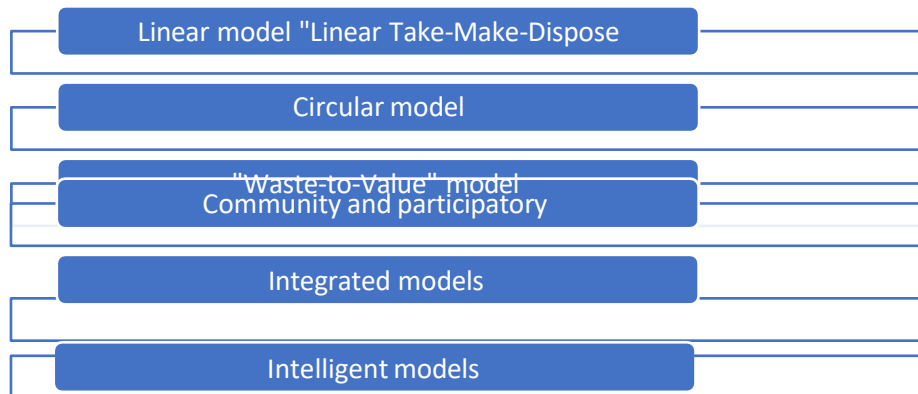


Fig. 1. Textile waste management models

The linear model (Take–Make–Dispose) still dominates most textile value chains and has the following characteristics:

- resource extraction, production, consumption, disposal;
- high environmental costs (pollution, water consumption, microplastics);
- generation of large volumes of unrecycled textile waste.

The circular economy model proposes a regenerative system in which materials are kept in use for as long as possible. Key principles include:

- prevention of waste generation;
- reuse, repair, and refurbishment;
- recycling of natural and synthetic textile materials;
- regeneration of resources through low-impact processes.

The “Waste-to-Value” model focuses on transforming textile waste into value-added products. It includes two directions:

- *Upcycling* – creative transformation with increased aesthetic or functional value;
- *Downcycling* – transformation into lower-value materials (insulation, technical materials).

Community and participatory models are based on the integration of communities into processes of collection, repair, and resource sharing:

- repair workshops;
- textile exchange;
- social design centers.



Integrated models are complex, unified ecosystems that oversee all stages of the textile product life cycle, focusing on waste minimization at the levels of: design, production, consumption, collection, reuse, and recycling, where actors (industry, consumers, authorities, recyclers) are interconnected. Their main characteristics include:

- life-cycle approach;
- involvement and collaboration of all actors;
- waste hierarchy prioritizing prevention, reuse, recycling, energy recovery, and disposal;
- extended producer responsibility;
- integration of reverse logistics.

Intelligent models involve digitally assisted processes, including planning, operation, and optimization of textile waste, traceability, and automated decision-making, focused on:

- digitalization and traceability;
- integration of Industry 4.0 technologies;
- automated textile waste sorting;
- data flow optimization;
- circular digital platforms;
- decision automation.

2. Comparative Analysis of Textile Waste Management Models (TWMM)

The comparative analysis is presented in Table 1.

Table 1.

Analysis of the main features and essential differences of TWMM

Model	Main characteristics	Advantages	Disadvantages	Essential differences
Linear model	<ul style="list-style-type: none"> • unidirectional flow: production → consumption → disposal; • dependence on virgin resources; • lack of material recovery. 	<ul style="list-style-type: none"> • easy to implement; • low initial costs; • clear logistic. 	<ul style="list-style-type: none"> • major environmental impact; • high waste generation; • long-term economic inefficiency. 	<ul style="list-style-type: none"> • traditional model, completely opposite to circular models; • does not include reuse or recycling.
Circular model	<ul style="list-style-type: none"> • closed material loops; • reuse, recycling, upcycling; 	<ul style="list-style-type: none"> • reduces waste; • conserves resources; • creates new economic 	<ul style="list-style-type: none"> • requires complex infrastructure; • high initial costs; 	<ul style="list-style-type: none"> • transforms waste into resources; • introduces multiple life cycles.



Continuation of the table 1.

	<ul style="list-style-type: none"> • codesign; • based on life cycle analysis. 	value.	requires mindset changes.	
Waste-to-Value model	<ul style="list-style-type: none"> • conversion of waste into new products; • advanced recycling (chemical/mechanical); • energy recovery. 	<ul style="list-style-type: none"> • creates value from waste; • reduces landfilling; • stimulates innovation. 	<ul style="list-style-type: none"> • sometimes high energy consumption; • may degrade fiber quality; • high technological costs. 	Focus on the economic value of waste, not just its reduction.
Community and participatory models	<ul style="list-style-type: none"> • community involvement; • local collection, exchange, donations; • repair and upcycling workshops. 	<ul style="list-style-type: none"> • increases social responsibility; • low costs; strong educational impact. 	<ul style="list-style-type: none"> • limited scalability; • dependence on citizen involvement; • variable efficiency. 	Centered on the social factor, not on technology or industry.
Integrated models	<ul style="list-style-type: none"> • integration of all life cycle stages; • collaboration between actors; • reverse logistics; • based on extended producer responsibility. 	<ul style="list-style-type: none"> • systemic coherence; • increased efficiency; • better traceability. 	<ul style="list-style-type: none"> • high complexity; • requires institutional coordination; • significant investments. 	<ul style="list-style-type: none"> • complete systemic approach; • connection between industry, consumers, and recyclers.
Intelligent models	<ul style="list-style-type: none"> • digitalization (IoT, AI, big data); • automatic sorting; • full traceability; • automated decisions part of Industry 4.0. 	<ul style="list-style-type: none"> • maximum efficiency; • reduction of losses; • real-time optimization; • high-quality recycling. 	<ul style="list-style-type: none"> • very high costs; • requires advanced digital infrastructure; • technology dependency. 	<ul style="list-style-type: none"> • evolution of integrated models; • key difference is digitalization and automation.



Conclusions

The comparative analysis of textile waste management models highlights a clear transition from the linear paradigm, characterized by intensive resource consumption and rapid disposal, to complex systems based on circular economy principles. Circular, Waste-to-Value, community, integrated, and intelligent models should not be viewed as exclusive alternatives, but as complementary elements of a functional ecosystem.

The linear model proves to be unsustainable in the long term, both ecologically and economically. The circular model introduces the logic of closed loops, but its efficiency depends on infrastructure, regulation, and behavioral changes. Waste-to-Value models contribute to waste valorization but raise issues related to energy consumption and maintaining material quality.

Community and participatory models play an essential role in educating and engaging society, but their scalability remains limited. In contrast, integrated models provide a systemic approach based on collaboration among actors and the application of extended producer responsibility, ensuring coherence of material flows.

The natural evolution is represented by intelligent integrated models, which, through digitalization and Industry 4.0 technologies, enable process optimization, full traceability, and increased recycling efficiency.

The future of textile waste management will not rely on a single dominant model, but on a hybrid system in which:

- circular models provide the conceptual foundation,
- integrated models ensure system functionality,
- intelligent models maximize performance.

The implementation of such a system requires coherent public policies, investments in infrastructure and technology, and a profound change in consumer and producer behavior.

REFERENCES

1. Cazac, V., Cîrja, J., Ursu, E. Traditional experiences of textile product recirculation: cultural continuity and ecological circularity. *e-circular Journal*, no. 2, 2025.
2. Cazac, V., Cîrja, J., Ursu, E. Retrospectives of the evolution of the fashion industry in the Republic of Moldova. VII International Scientific-Practical Conference “Actual Problems of Modern Design”, Kyiv, KNUVD, April 4, 2025, pp. 180–183.
3. Cîrja, J., Ursu, E., Cazac, V. Sustainable solutions for extending the lifespan of clothing products and reducing textile waste: between innovation,



responsibility and circular economy. Conference “Competitiveness and Sustainable Development” 6, Chişinău, Moldova, November 6–7, 2025.

4. Cazac, V., Ursu, E., Cîrja, J. Sustainable practices in the management of responsible textile manufacturing in the Republic of Moldova. VII International Scientific-Practical Conference “Actual Problems of Modern Design”, Kyiv, KNUTD, April 4, 2025, pp. 193–196.

UDC 677.4

ElSayed Ahmed ELNASHAAR,

Ph.D., Professor of Textile Engineering and Clothing, Modeling and Artificial Intelligence, Department of Home Economics, Faculty of Special Education, Kafr Elsheikh University, Egypt.

ORCID iD Scopus Author ID: 11638930300

*Students: Ahmed ELSAWI, Esraa M. ABDELHAMED,
Abd elrahman R. BADAWY*

*Second-year Master’s students, Faculty of Applied Arts,
Tanta University. Egypt*

POLYESTER FIBERS: MODIFICATIONS AND NANOCOMPOSITES AS THE BASIS OF NEW-GENERATION FUNCTIONAL TEXTILE MATERIALS

Polyester fibers occupy a leading position among synthetic materials due to their high performance properties — thermal stability, strength and wear resistance [1, 2]. Conventional polyester fibers made from polyethylene terephthalate (PET) without modifications are known under the trade names terylene, dacron, lavsan, teteron, tergal, elana, tisiv. They are characterized by stable thermophysical indicators: operating temperature about 150–170 °C, melting point ~250 °C, low thermal conductivity (0.15–0.20 W/(m K)) and low hygroscopicity (0.4–0.6%) [3]. However, their functional capabilities in terms of regulating moisture exchange and fire resistance are limited.

Modified polyester fibers are obtained by changing the chemical composition or structure of PET - by introducing flame retardants, stabilizers or changing the production technology. This allows for significant improvement of thermophysical characteristics [4]. For example, Trevira CS has increased fire resistance and self-extinguishing ability, Coolmax has improved hygroscopicity (up to 4%), and Tergal modifié has high resistance to temperature and light. In quantitative terms, the modifications increase the operating temperature resistance by 20–30 °C, reduce thermal conductivity by 10–20% and increase moisture exchange several times compared to conventional polyester [5].



Composite polyester fibers are more complex systems where the polyester matrix is combined with other components - glass fiber, carbon nanomaterials, ceramic particles. Such materials demonstrate significantly improved thermophysical properties: the operating thermal resistance can reach 200–300 °C (in special systems - up to 350 °C), thermal conductivity decreases to 0.05–0.12 W/(m·K), and mechanical strength increases by 1.5–2 times [2]. Glass reinforced polyester (GRP) provides high strength and thermal resistance, carbon-polyester composites - stability at high temperatures, and polyester-ceramic blends - thermal insulation properties.

A special perspective opens up the combination of a polyester matrix with nanofillers. The introduction of graphene, carbon nanotubes or metal nanoparticles can increase thermal conductivity by 2–5 times, which is useful for "cooling" fabrics. In contrast, ceramic nanoparticles (Al₂O₃, SiO₂, TiO₂) reduce thermal conductivity by 30–50%, creating thermal insulation materials [4]. Nanofillers also increase thermal resistance by 30–70 °C, provide antibacterial, antistatic and self-extinguishing properties. This allows for the creation of multifunctional textile materials of a new generation - sportswear with adjustable thermal regime, protective clothing with increased fire resistance, medical textiles with antibacterial properties and "smart" fabrics with sensory functions [5].

Polyester fibers demonstrate a gradual evolution from conventional materials with basic properties to modified and composite systems, which significantly expand their functional capabilities. Conventional polyesters provide strength and thermal resistance, but have limited moisture transfer and low fire resistance. Modified fibers allow for increased fire resistance, moisture transfer and resistance to external factors, while composite systems provide controlled heat transfer and increased strength. The use of nanofillers opens up new prospects, as they allow for targeted regulation of thermal conductivity and thermal resistance, giving materials additional properties - antibacterial, antistatic or self-extinguishing.

The prospects for further research into polyester fibers and nanocomposites lie in the creation of materials with controlled thermophysical properties, which will allow manufacturers to develop multifunctional textiles for sports, medicine and protective clothing. This is important for business, as such innovations provide competitive advantages, open new market niches and form products with high added value that meet modern trends in sustainable development and manufacturability.

REFERENCES

1. Гаврилюк В.І. *Матеріалознавство текстильних волокон*. — Київ: Легка промисловість, 2018. 372с.
2. *Manufactured Fibre Technology*. SpringerLink. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-011-5854-1> (date of access: 14.03.2026).



3. On the high-temperature cyclic oxidation behaviour of ZrB₂-20 vol.%MoSi₂ based ultra-high temperature ceramic matrix composites / S. Mainak et al. 2023. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003284024> (date of access: 14.03.2026).

4. Li Y., Yao L., Yeung K. W. The China and HK denim industry. Woodhead Publishing Limited, 2003. URL: <https://doi.org/10.1533/9781845698508> (date of access: 14.03.2026).

5. Active Coatings for Smart Textiles. Elsevier, 2016. URL: <https://doi.org/10.1016/c2014-0-00660-0> (date of access: 24.03.2026).

UDC 677

*El Sayed Ahmed ELNASHAR,
Ph.D., Professor of Textiles Engineering & Apparel, Modeling & AI, Home
Economic Dept. Faculty of Specific Education, Kaferelsheikh University
Students: Karima I. EL-GARIYAH, Haya E. ELYAMANY, Ramez Glal
MOSTAFA
Second level of graduate, faculty of applied arts, Tanta University, Egypt*

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THERMAL STABILITY AND PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF DIFFERENT TYPES OF TEXTILE FIBER

Polyester fibers, in particular polyethylene terephthalate (PET), are widely used in the textile industry due to their excellent mechanical and thermal properties. Thermal stability is one of the key factors determining fiber behavior during technological processes such as dyeing, finishing, and heat setting, as well as influencing the performance characteristics of final textile products.

Understanding temperature limits, thermal degradation mechanisms, and heat resistance of polyester fibers is essential for improving durability, safety, and efficiency of textile materials. This is especially relevant for modern high-tech applications involving high-performance fibers such as TWARON®, as well as carbon and basalt fibers.

Despite the widespread industrial and research use of polyester fibers, there is still a lack of comprehensive comparative studies evaluating their thermal stability. This is particularly evident in advanced material systems, including recycled, modified (coated), and blended fibers, where thermal behavior may differ significantly.

In this regard, the following research objectives are considered relevant:

- evaluation of thermal stability of different types of polyester fibers;
- determination of maximum service temperature for various fiber systems;



- analysis of heat-setting processes and investigation of dimensional stability of fibers during thermal treatment.

The present study analyzes the thermal stability of various types of polyester fibers widely used in the textile industry. The objects of the study include polyester staple fiber (PSF), polyester filament yarn (PFY), blended fibers (polyester/cotton), modified polyester (functionalized PET), polyester–nylon blends, recycled polyester (rPET), and coated polyester (PVC/PU).

The study was conducted on materials with a linear density of 30–150 denier, presented in woven (plain and twill weave) and knitted structures.

A range of experimental methods was applied for thermal analysis: thermogravimetric analysis (TGA) to determine thermal stability and degradation temperature, and differential scanning calorimetry (DSC) to determine glass transition temperature (T_g) and the heat-setting temperature range.

Additionally, a controlled heat-setting process was performed under conditions close to industrial practice: temperature 160–220°C and duration 30–120 seconds. This allowed evaluation of dimensional stability and material behavior during thermal treatment. The Arrhenius equation was used to analyze the rate of thermal degradation:

$$k = Ae^{-\frac{R}{RT}}$$

k is the reaction rate constant;

A is the pre-exponential factor;

e is the base of the natural logarithm (≈ 2.718)

E_a is the activation energy, J/mol;

R is the universal gas constant (8.314 J/(mol K));

T is the absolute temperature, K

The empirical relationship for maximum service temperature was also considered:

$$T_{max} \approx 0.7-0.8 T_m \text{ (melting temperature)}$$

The results of thermogravimetric analysis (TGA) and the summarized thermal stability characteristics of the studied fibers are presented in Table 1.

Table 1.

Comparative characteristics of thermal stability of polyester fibers based on TGA analysis

Fiber type	Behavior during TGA	Overall thermal stability
Filament polyester	Minimal mass loss	Excellent
Staple polyester	Moderate mass loss	Good
Blended fibers	Non-uniform degradation	Medium



Continuation of the table 1.

Modified polyester	Stabilized degradation	High
PET/nylon	Two-phase behavior	High
rPET	Accelerated degradation	Low
Coated polyester	Depends on coating layer	High (conditional)

The obtained results show that filament polyester exhibits the highest thermal stability and minimal mass loss during TGA analysis. Recycled polyester (rPET), in contrast, demonstrates reduced thermal resistance due to polymer chain degradation during recycling. Modified polyester fibers show improved thermal stability due to functional additives.

It was established that the maximum service temperature for filament and modified fibers is approximately 200–230°C, while for rPET it decreases to 150–180°C. Blended fibers show intermediate values and more complex behavior due to the different nature of their components.

Heat-setting analysis indicates that filament fibers provide the best dimensional stability, while blended materials show non-uniform results. For coated polyester, behavior strongly depends on coating composition and structure.

The scientific explanation of the results lies in the fact that increased polymer crystallinity enhances thermal stability. In contrast, recycling leads to polymer chain degradation and deterioration of properties. Functional additives improve thermal resistance, while coatings create multiphase systems with complex behavior.

Statistical analysis (ANOVA) confirmed a significant influence of fiber type on thermal stability and maximum service temperature ($p < 0.01$). Regression analysis showed a strong correlation between crystallinity and T_{max} ($R^2 = 0.91$), while correlation analysis revealed a strong positive relationship between crystallinity and stability ($R = +0.94$) and a negative impact of recycling ($R = -0.88$).

In summary, the thermal stability of polyester fibers is strongly determined by molecular structure, degree of crystallinity, and processing history. Filament fibers demonstrate the best performance characteristics, while recycled polyester requires technological improvement. Modified and coated materials offer promising potential but require further investigation due to their complex structure.

The obtained results suggest the use of filament polyester for high-temperature applications, improvement of rPET recycling technologies, application of functional additives to enhance thermal resistance, and optimization of heat-setting regimes to ensure stability and durability of textile materials.



REFERENCES

1. Gupta V. B., Kothari V. K. *Manufactured fibre technology*. Springer, 2021. 575 p.
2. Hearle J. W. S. *High-performance fibres*. Woodhead Publishing, 2020. 688 p.
3. Morton W. E., Hearle J. W. S. *Physical properties of textile fibres*. 4th ed. Elsevier, 2022. 765 p.
4. Zhang Y., et al. Thermal behavior of recycled PET fibers. *Polymer Degradation and Stability*. 2023. Vol. 210. Article 110245.
5. Kim S., Lee J. Thermal transitions in polyester blends. *Textile Research Journal*. 2022. Vol. 92, No. 5. P. 845–857.
6. Wang L., et al. DSC and TGA analysis of coated textiles. *Journal of Industrial Textiles*. 2024. Vol. 53, No. 2. P. 215–230.

UDC 677.017:615.478:339.13

Olha HARANINA,
Doctor of Technical Sciences, Professor
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv
ORCID: 0000-0002-4715-3851
Kyryl VOROBIOV,
PhD student
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv
ORCID: 0009-0006-7340-5473

TECHNOLOGIES OF FINISHING MEDICAL TEXTILE IN UKRAINE: STATUS, STANDARDS AND PROSPECTS OF IMPORT SUBSTITUTION

Keywords: medical textiles, finishing technologies, antibacterial coatings, silver nanoparticles, barrier materials.

Introduction. Medical textiles are an integral part of the modern healthcare system. They are used to manufacture products that are classified as medical devices according to the ISO 13485:2016 standard [1]. The main products are surgical gowns, isolation gowns, surgical masks, respirators, clean air suits and wound dressing materials. These products must meet the requirements of the European standard EN 13795:2019 [2] for barrier protection, microbial permeability and resistance to sterilization [3]. In conditions of martial law and high import dependence, the development of domestic finishing technologies that form antibacterial, barrier and filtration properties of materials is of particular relevance. [4].

Purpose. The purpose of the work is to analyze modern finishing technologies for medical textile materials and assess the possibilities of their implementation in



Ukraine to improve the functional characteristics of products and reduce import dependence.

Materials and methods. The study was carried out on the basis of an integrated approach using statistical, analytical and comparative methods. The materials used were: official data of the State Customs Service of Ukraine and the Prozorro system for 2019–2025 [5], analytical reports of Pro-Consulting and the Ukrlegprom Association [6], scientific publications of 2022-2025 on antimicrobial finishing technologies, as well as regulatory documents EN 13795:2019 [2] and ISO 13485:2016 [1].

Results. Modern finishing technologies allow to significantly expand the functional capabilities of medical textile materials. A promising direction is the use of nanostructured barrier coatings based on polyorganosiloxanes, titanium dioxide, zinc oxide and silver nanoparticles. Silver nanoparticles provide a broad-spectrum bactericidal effect against gram-positive and gram-negative microflora, as well as high stability of the effect after multiple sterilization cycles [7,8].

Additionally, microencapsulated biocidal systems based on chlorhexidine and quaternary ammonium compounds are being developed, which retain antimicrobial activity after sterilization. The quality of the finish is assessed according to the standards ISO 9237:1995 [9], ASTM E96/E96M-22 – [10] (air and vapor permeability), AATCC 100-2019 [11], ISO 20743:2021 [12] (antibacterial activity) and EN 13795:2019 [2] (barrier protection) [3]. Government procurement data (Prozorro) confirm the growth in demand for medical textiles. Fig. 1 (constructed by the author based on: [5]) shows the dynamics of the procurement structure for 2019–2025.

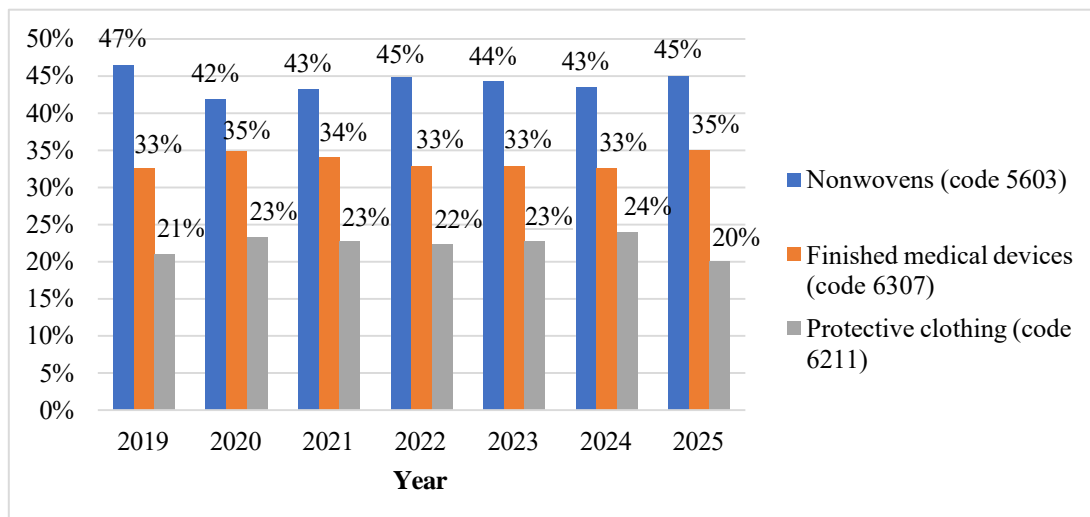


Fig. 1. Structure of imports of medical textile materials under Ukrainian classifier of foreign economic activity UKTZED 5603, 6307, 6211 for the period 2019-2025.

The available capacities allow to partially satisfy domestic demand, but the key limitation is the insufficient implementation of modern finishing technologies.



Modern light industry enterprises of Ukraine have basic capacities for the implementation of functional coatings without complete re-equipment. A promising direction is to provide textile materials with antibacterial properties in the finishing process by using silver compounds, quaternary ammonium salts, biocidal polymers and nanoadditives that can be integrated into existing technologies. The effectiveness of such treatments depends on the optimization of technological parameters (concentration, heat treatment, compatibility with the material). Their implementation allows to increase the functional properties of medical textiles, bring them closer to international standards and reduce import dependence.

Conclusions. It has been shown that modern finishing technologies, particularly those using silver nanoparticles, ensure the formation of effective antimicrobial and barrier properties of medical textiles and their resistance to sterilization. The potential for implementing such technologies at domestic enterprises without significant re-equipment has been established. Their development will contribute to improving product quality in accordance with international standards and reducing import dependence.

Prospects for further research. Further research should be directed to: development and industrial testing of domestic formulations of coatings based on silver nanoparticles; optimization of technological parameters of finishing to ensure stability of properties after sterilization; standardization and certification of medical textiles in accordance with EN 13795:2019 and ISO 13485:2016.

REFERENCES

1. ISO 13485:2016. Medical devices — Quality management systems — Requirements for regulatory purposes. Geneva: International Organization for Standardization, 2016. 36 p.
2. EN 13795:2019. Surgical drapes, gowns and clean air suits, used as medical devices for patients, clinical staff and equipment — General requirements for manufacturers, processors and products. Brussels: European Committee for Standardization, 2019. 52 p.
3. Vardanyan A., Redko Ya. Antibacterial agents for the creation of textile materials – current state and development trends. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2024. No. 333(2). P. 112–119.
4. Ukrainian Association of Light Industry “Ukrlegprom”. Research on textiles, clothing, leather and footwear under conditions of full-scale war (updated version). Kyiv, 2025. URL: <https://ukrlegprom.org/ua/news/doslidzhennya-tekstylju-odyagu-shkiry-ta-vzuttya-v-umovah-povnomasshtabnoyi-vijny/>
5. Prozorro. Analytics of public procurement of medical textiles, 2020–2025. URL: <https://prozorro.gov.ua/>
6. State Customs Service of Ukraine. Official foreign trade statistics. URL: <https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri>



7. Torres J. Á. J., Cabrera A., Romero D. et al. Antimicrobial Textile Finishing Based on Silver Nanostructures. *Textiles*. 2025. Vol. 5, No. 4. Art. 61. <https://doi.org/10.3390/textiles5040061>

8. Dumas L., Bonafe E. G., Cardoso de Souza M. et al. Optimized Incorporation of Silver Nanoparticles onto Cotton Fabric Using k-Carrageenan Coatings for Durable Antibacterial Properties. *ACS Applied Bio Materials*. 2024. Vol. 7, No. 9. P. 6123–6135. <https://doi.org/10.1021/acsabm.4c01002>

9. ISO 9237:1995. Textiles — Determination of the permeability of fabrics to air. Geneva: International Organization for Standardization, 1995. 10 p.

10. ASTM E96/E96M-22. Standard Test Methods for Gravimetric Determination of Water Vapor Transmission Rate of Materials. West Conshohocken: ASTM International, 2022.

11. AATCC 100-2019. Antibacterial Finishes on Textile Materials: Assessment of. Research Triangle Park: American Association of Textile Chemists and Colorists, 2019.

12. ISO 20743:2021. Textiles — Determination of antibacterial activity of textile products. Geneva: International Organization for Standardization, 2021. 32 p.

UDC 677.017:004.932

***E. KALINSKY,
D. LEVCHENKO***

Kherson National Technical University, Khmelnytskyi, Ukraine

COMPUTER VISION-BASED QUALITY ASSESSMENT OF NATURAL FIBER RAW MATERIALS FOR FOOD AND TEXTILE INDUSTRY APPLICATIONS

The food industry imposes stringent requirements on the quality of process water used at all stages of production. One common approach to water purification is filtration using filter materials based on natural fibers, particularly technical hemp fibers, which possess a developed microstructure and effectively retain suspended particles. The suitability of such fibers for use in filtration systems directly depends on their structural characteristics, including the degree of fiber separation, the density of elementary fiber bundles, and the uniformity of the cross-section. Microscopic analysis of fiber cross-sections is a key method for evaluating these parameters, since the shape of the cross-section, the number of elementary fibers in a bundle, and the distinctness of the boundaries between them make it possible to assess the structural uniformity of the material, the presence of defects, and the suitability of the fiber for further use. In this regard, the development of approaches that provide objective, reproducible, and less labor-intensive analysis of microscopic images is highly relevant.



Traditionally, the analysis of micrographs is performed manually through visual assessment. The researcher counts the number of fibers in a bundle, determines the shape of the cross-section, and draws conclusions regarding the structure of the sample. However, this approach is time-consuming, labor-intensive, and highly dependent on subjective evaluation, which reduces the accuracy and reproducibility of the results. This highlights the relevance of applying computer vision tools to automate the analysis of microscopic fiber cross-sections.

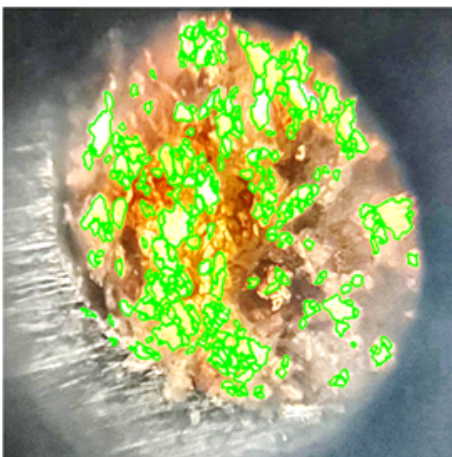
Modern computer vision methods make it possible to perform detection, segmentation, and quantitative analysis of structures in digital images. For microscopic cross-sections of technical fibers, such approaches are promising because they enable the transition from subjective visual assessment to formalized image analysis. Technical hemp fibers are of particular interest because they are characterized by a complex microstructure and dense bundles of elementary fibers.

The main challenge of automated analysis is the correct separation of elementary fibers within such bundles. In practice, the boundaries between individual elements are often partially lost due to adhesion, cross-sectional deformation, uneven illumination, or insufficient image contrast. As a result, simple approaches based on binarization and connected-component counting may underestimate the number of structures, since several touching fibers may be interpreted as a single object. Therefore, the key task is to develop an image-processing pipeline that ensures reliable separation of merged regions into individual elements.

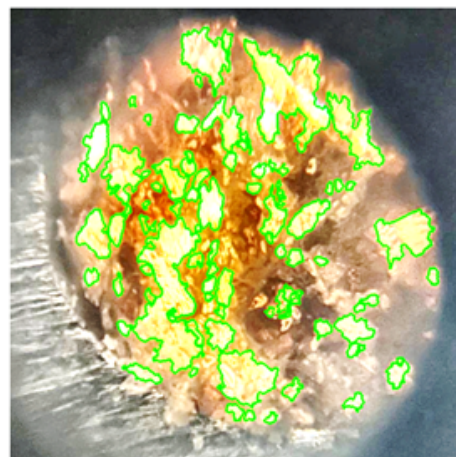
One suitable tool for solving this problem is watershed segmentation, which is used to separate touching objects. In practical implementation, two variants may be considered: gradient-based watershed and marker-controlled watershed based on the distance transform. The first approach is effective when the boundaries between fibers are sufficiently distinct, whereas the second provides more controlled separation when contours are weak, provided that the markers are defined correctly.

Automated analysis of microscopic fiber cross-sections is implemented as a sequence of digital image-processing stages, including micrograph acquisition,

A: Gradient watershed - 261 bundles



B: Marker-controlled - 86 bundles





preprocessing, segmentation-based extraction of the fibrous region, post-processing of the resulting masks, and counting of elementary fibers with the determination of their morphometric parameters. The effectiveness of the algorithmic approaches should be evaluated by comparing segmentation results obtained from real fiber cross-sections according to the criteria of correct separation of merged structures, accurate boundary reconstruction, and suitability for further morphometric analysis.

Fig. 1. Comparison of segmentation results for microscopic fiber cross-sections obtained using gradient-based watershed and marker-controlled watershed

The use of segmentation algorithms in automated analysis makes it possible not only to determine the number of elementary fibers in a bundle, but also to obtain quantitative morphometric characteristics of cross-sections, including area, shape, and the spatial arrangement of structural elements. The practical significance of the study lies in creating the basis for the development of an automated quality control system for fibrous raw materials suitable for applications in the textile and related industries.

The developed algorithmic approach can also serve as a tool for creating an annotated dataset of microscopic fiber cross-sections. The resulting segmentation masks and morphometric parameters may be used as labeled data for further training of deep learning models. Such a stepwise transition from classical algorithms to artificial intelligence methods is justified by the lack of a sufficient volume of annotated data at the initial stage of the study.

REFERENCES

1. Chakraborty I., Rongpipi S., Govindaraju I., Rakesh B., Mal S. S., Gomez E. W., Gomez E. D., Kalita R. D., Nath Y., Mazumder N. An insight into microscopy and analytical techniques for morphological, structural, chemical, and thermal characterization of cellulose // *Microscopy Research and Technique*. 2022. Vol. 85, No. 5. P. 1990–2015. DOI: 10.1002/jemt.24057.
2. He D., Wang Q. Edge Detecting Method for Microscopic Image of Cotton Fiber Cross-Section Using RCF Deep Neural Network // *Information*. 2021. Vol. 12, No. 5. Art. 196. DOI: 10.3390/info12050196.
3. Lv S., Li X., Takagi H., Hou Z., Zhai Y., Chen L., Ni H. Research on Natural Fiber Microstructure Detection Method Based on CA-DeepLabv3+ // *Materials*. 2024. Vol. 17, No. 23. Art. 5942. DOI: 10.3390/ma17235942.
4. Kornilov A., Safonov I., Yakimchuk I. A Review of Watershed Implementations for Segmentation of Volumetric Images // *Journal of Imaging*. 2022. Vol. 8, No. 5. Art. 127. DOI: 10.3390/jimaging8050127.
5. Wu Y., Li Q. The Algorithm of Watershed Color Image Segmentation Based on Morphological Gradient // *Sensors*. 2022. Vol. 22, No. 21. Art. 8202. DOI: 10.3390/s22218202.



UDC 658.628:663.2/.3]:339.137.2

V.V. OSIIEVSKA,
PhD, Associate Professor
Department of Commodity Science and Customs Affairs
V.V. BABAK,
student,
State University of Trade and Economics, Kyiv

THE ASSORTMENT OF WINES IN THE GOODWINE CHAIN UNDER COMPETITIVE CONDITIONS

The wine market in Ukraine is in a phase of active structural transformation caused by both macroeconomic factors and changes in consumer behavior. On the one hand, demand for high-quality products is growing, which stimulates the development of specialized retail trade; on the other hand, competition is intensifying from large supermarkets and marketplaces that are expanding their wine categories [1]. In this context, the Goodwine chain (Wine Bureau LLC), which positions itself as a premium specialized retailer, requires a systematic analysis of its assortment policy in view of the competitive environment. The purpose of the study is to identify the specific features of Goodwine's wine assortment formation, its strengths, and areas of potential development compared with other retail formats.

For the comparative analysis, four key formats were selected: a specialized premium retailer (Goodwine), a dedicated wine chain (WineTime), a universal marketplace (Rozetka), and a grocery supermarket (Silpo). The data source was a complete monitoring of the online catalogs of these market participants as of March 20, 2026 [3–6]. The analysis covered quantitative and qualitative characteristics of the assortment: depth, price differentiation, structure by wine type, geographical origin, and others. The methodology involved not only recording percentage shares, but also comparing the obtained data with general market trends and the strategic objectives of the retailers.

The total size of the assortment of the entities under study differs significantly: Goodwine – 7,947 items, WineTime – 5,551, Silpo – 4,949, Rozetka – 12,307. This difference reflects fundamentally different business models: a marketplace aggregates the offerings of many suppliers, whereas a specialized premium retailer forms a deeply selected, profile-oriented assortment.

The key result of the study is the identified hierarchy of price positioning (Fig. 1). Goodwine is the only player whose assortment is dominated by wines priced above UAH 1,500 – 65.6% (5,216 items). This is 2.6 times higher than WineTime's figure (25.4%) and 8.2 times higher than Rozetka's figure (8.0%). Only 6.8% of Goodwine's assortment consists of wines priced under UAH 500, while in Rozetka



this segment accounts for 67.0%, and in Silpo 48.0%. These data provide quantitative confirmation of the strategy of vertical assortment differentiation.

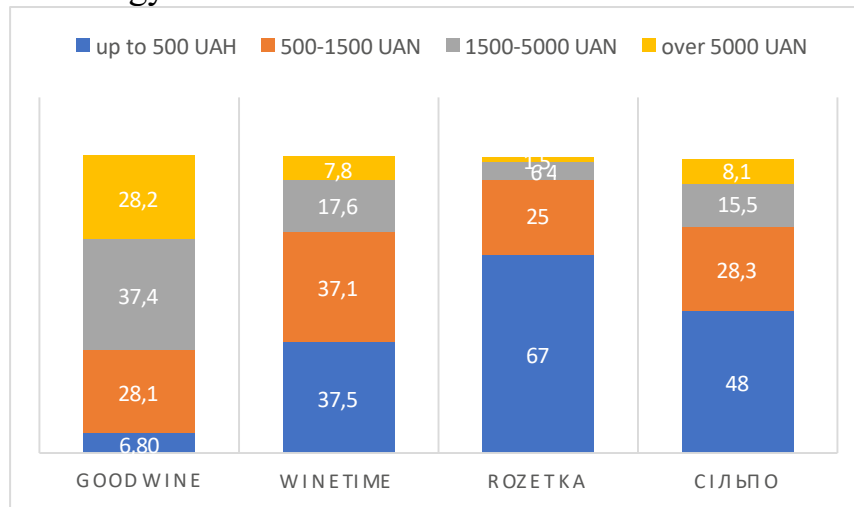


Fig. 1. Structure of the wine assortment by price segments, %
 Source: compiled by the author based on sources [3–6]

Analysis of the assortment structure by wine type (Fig. 2) reveals that Goodwine has the highest share of red wines (55.3%) and the lowest share of sparkling (12.4%) and rosé wines (2.6%). A high proportion of red wines is traditionally associated with classical wine culture and the investment attractiveness of collectible samples, which corresponds to premium positioning. At the same time, the low share of rosé wines contradicts the global trend of growing consumption, especially among young people and during the warm season [2]. This indicates a potential loss of part of the demand that competitors may satisfy. Also noteworthy is the minimal share of sparkling wines (12.4%) – half as much as in Rozetka (21.2%) and Silpo (18.4%). In the context of the growing popularity of Prosecco, Cava, and other sparkling wines even in the medium and high price segments, this may be considered a bottleneck in the assortment matrix.

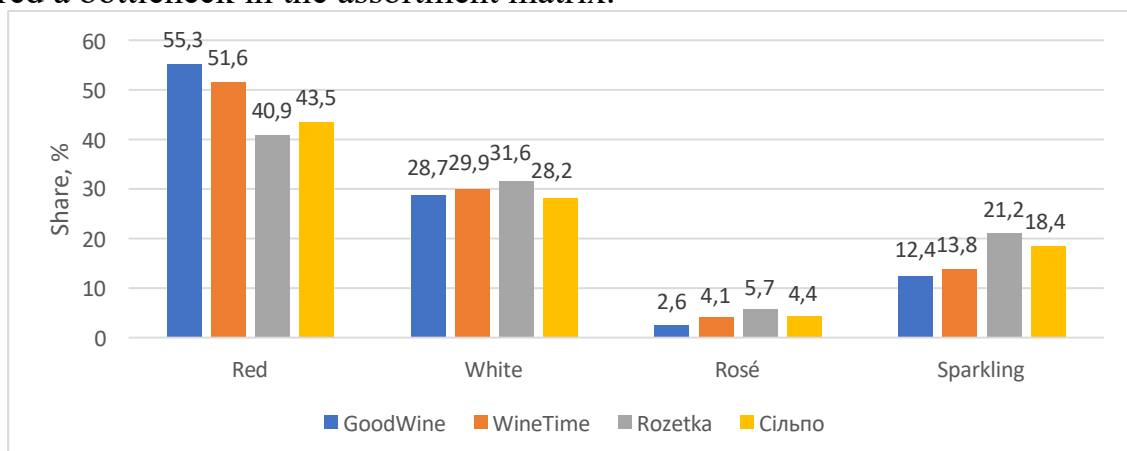


Fig. 2. Structure of the assortment by wine type, %
 Source: compiled by the author based on sources [3–6]



The geographical structure of Goodwine's still wine assortment is characterized by the dominance of France (44.3%), which is almost twice the share of French wines in Rozetka (24.3%). This reflects a focus on the consumer who values the reputation of classic wine-producing regions and is willing to pay for the traditionally most expensive wines in the world from Bordeaux and Burgundy. At the same time, the share of Ukrainian wines in Goodwine is critically low – 1.7%, whereas in Rozetka it is 15.1%, and in Silpo 12.2%, which is explained by the chain's positioning in the premium segment, where the domestic wine market remains limited. However, in the context of public sentiment and state policy supporting domestic producers, such a disparity constitutes a strategic risk, since growing demand for domestic products has been recorded both in retail trade in general [7] and in the segment of craft wines, which account for 17% of the craft alcoholic beverages market [8].

Therefore, the conducted analysis makes it possible to state that Goodwine consistently implements the strategy of a specialized premium retailer, forming its assortment around a high price category, red wines, and French origin. Such a model provides the chain with unique positioning and protection from price competition. At the same time, the identified disproportions indicate directions for strategic optimization: 1) increasing the share of rosé wines to 4–5% in response to the global trend and seasonal demand fluctuations; 2) expanding the offer of sparkling wines in the premium and medium price segments; 3) increasing the assortment of Ukrainian producers to 5–7% with an emphasis on the best examples that correspond to the network's quality level. The implementation of these measures will allow Goodwine not only to maintain leadership in the segment, but also to strengthen the emotional connection with the modern Ukrainian consumer and increase resilience to market challenges.

REFERENCES

1. Зайченко К. С., Болховська А. П. Сучасний стан та тенденції розвитку ринку алкогольних напоїв в Україні. *Економіка, управління та адміністрування*. 2023. № 2. С. 101–109.
2. Бабій О. М., Тимченко К. С. Тенденції розвитку світового та українського ринку продукції виноробства в сучасних умовах. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2018. № 4. С. 128–136.
3. GoodWine company official website. URL: <https://goodwine.com.ua> (дата звернення: 20.03.2026).
4. WineTime company official website. URL: <https://winetime.ua> (дата звернення: 20.03.2026).
5. Rozetka company official website. URL: <https://rozetka.com.ua> (дата звернення: 20.03.2026).
6. Сільпо company official website. URL: <https://silpo.ua> (дата звернення: 20.03.2026).



7. Беженар І. Ринок вина України у 2024 р. *Товари і ринки*. 2025. № 1. С. 54–91.

8. Серенко А., Юдіна Т. Дослідження ринку крафтових алкогольних напоїв України (2022–2025 рр.). *Товарознавство. Технології. Інжиніринг*. 2025. № 3. С. 41–56.

UDC 339.13:687.5(477+100)

V.V. OSIIEVSKA,
PhD, Associate Professor
Department of Commodity Science and Customs Affairs
I.O. KOZIK,
student
State University of Trade and Economics,
Kyiv

THE COSMETIC PRODUCTS MARKET IN UKRAINE

Cosmetic products are any substances or mixtures intended for application to various external parts of the human body (epidermis, hair, nails, lips, external genital organs), teeth, and the oral mucosa exclusively or mainly for the purpose of cleaning them, perfuming them, changing their appearance, protecting them, keeping them in good condition, or correcting body odor [1]. The range of cosmetic goods available on the market is very diverse in terms of functional purpose, origin, composition, etc.

The main regions from which the target products are imported remain unchanged: Europe, Asia, and North America have been the leaders year after year [3].

Despite the full-scale invasion in 2022, the structure of cosmetic imports into Ukraine has hardly changed. The leading countries remained the same: the largest volumes of cosmetic products continue to be imported from Poland, as well as from France, Italy, and Germany. Among Asian partners, the main suppliers remain China and South Korea [2].

As for import volumes, they temporarily decreased, but by the end of 2023 most suppliers had returned to pre-war sales levels. Moreover, imports from Poland, China, South Korea, and the Netherlands even increased in 2023 by more than USD 10 million compared with 2021 [2].

Exports of Ukrainian cosmetics also remain an important area. The largest shares of cosmetic products are supplied to Poland, Moldova, Germany, and Lithuania [2]. Ukrainian manufacturers have reoriented their shipments from the markets of aggressor countries to other neighboring states.



During 2021–2025, imports of cosmetics and personal care products in Ukraine showed uneven dynamics, reflecting changes in market conditions and the impact of external factors. After a decline in imports in 2022–2023 (to USD 122.63 million and USD 118.84 million, respectively), the market experienced sharp growth in 2024, when import volumes reached a peak of USD 299.34 million. This growth may be linked to the recovery of economic activity, the regrouping of trade flows, and the stabilization of logistics chains. In 2025, imports declined to USD 187.09 million, but remained significantly higher than the 2022–2023 level. Thus, the market is characterized by high sensitivity to external economic conditions and gradual recovery after periods of decline (Fig. 1).

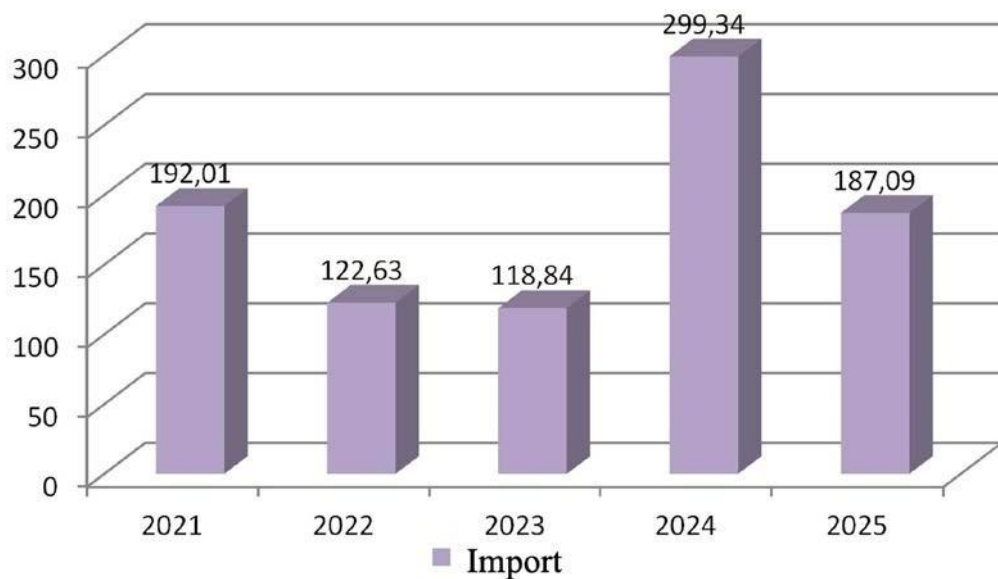


Fig. 1. Dynamics of Ukraine's cosmetic product imports in 2021–2025, million USD [3–4]

Export dynamics in 2021–2025 are characterized by sharp fluctuations, indicating instability in foreign economic activity: after the peak value in 2021 (37.61), there was a significant drop in 2022–2023 to the minimum level of 6.91; however, in 2024 exports demonstrated a substantial recovery (26.67), although in 2025 a moderate decline was again observed (18.63). This trend points to the influence of external and internal factors that periodically limit export potential, while at the same time confirming the economy's ability to recover (Fig. 2).

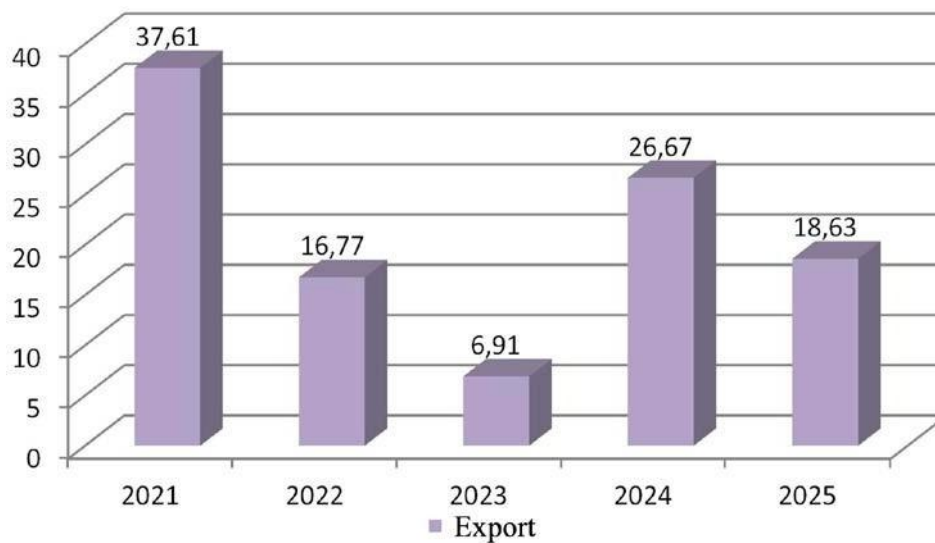


Fig. 2. Dynamics of Ukraine's cosmetic product exports in 2021–2025, million USD [3–4]

The cosmetics industry is one of those innovative sectors that is developing perhaps the fastest at the present stage. The innovation process can take place in many ways: from the use of natural ingredients and ancient knowledge, where traditional substances are used to create new formulations, to the development of products at the molecular level using innovative technologies imported from other fields of science, creating an entirely new generation of products [5].

Innovative implementation can be achieved by adding new or improved ingredients to a composition and differentiating them through their properties; by changing the formulation itself and creating a product that differs from others on the market, is safer, and is easier to apply or use; and by innovatively updating packaging, which is also becoming a popular trend, as consumers are increasingly demanding unique, unusual, and original packaging that matches their individuality. In cosmetology, this contributes to growing demand for the use of natural and organic ingredients in cosmetic formulations and for using resources in a more conscientious, efficient, and waste-free manner [5].

Therefore, the Ukrainian cosmetics market remains innovative and is developing rapidly, with high demand for imported products and stable dependence on imports. The main suppliers remain European countries (Poland, France, Italy, Germany) and Asian countries (China, South Korea). After a temporary decline caused by the war, imports returned to the pre-war level, and exports are gradually increasing, reorienting toward neighboring countries. Innovations in production—new ingredients, formulations, and packaging—contribute to market diversification, the development of natural and organic cosmetics, and increasing consumer requirements for product safety, effectiveness, and environmental friendliness.



REFERENCES

1. Технічний регламент на косметичну продукцію. URL: [file:///Users/valentinaosiievska/Downloads/f502321n17%20\(9\).pdf](file:///Users/valentinaosiievska/Downloads/f502321n17%20(9).pdf) (дата звернення: 20.03.2026).
2. Аналіз української косметичної галузі в умовах повномашнабної війни. URL: <https://arpu.ua/wp-content/uploads/2024/11/%D0%90%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7-%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%83> (дата звернення: 20.03.2026).
3. State Customs Service of Ukraine. URL: <https://customs.gov.ua/statistika-ta-reiestri> (date of access: 20.03.2026).
4. State Statistics Service of Ukraine. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> (date of access: 20.03.2026).
5. Баланчук І.С. Інновації в косметичній індустрії: стислий огляд. URL: https://nti.ukrintei.ua/wp-content/uploads/2021/07/%D0%91%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%BD%D1%87%D1%83%D0%BA_1-20.pdf (дата звернення: 20.03.2026).

UDC 665.585.5

Olga PARASKA

Prof., DSc., Head of the Department Chemistry and Chemical Engineering

Vita NEHORUI

*Ph.D student, lecturer of the Department Chemistry and Chemical Engineering
Khmelnyskyi National University*

PHYSICO-CHEMICAL FACTORS OF SHAMPOO FOAM STABILITY IN THE CONTEXT OF DEVELOPING SUSTAINABLE COSMETIC PRODUCTS

Water pollution by shampoo components is a pressing environmental problem that requires a comprehensive solution, in particular by improving cosmetic formulations, reducing their foaming ability and increasing the biodegradability of components.

Currently, natural shampoos are an example of a modern product that meets the requirements of sustainable development and the principles of green chemistry. The use of environmentally friendly components and technologies helps to reduce the negative impact on the environment and improve the quality and safety of hair detergents [1, 2]. The main detergent components of such shampoos are surfactants obtained from plant raw materials, in particular derivatives of fatty acids of coconut, palm or corn oils. The composition of natural shampoos often includes plant extracts,



essential oils, natural moisturizers and biologically active substances. At the same time, they limit or completely eliminate the use of sulfates, silicones, synthetic dyes and aggressive preservatives [3-5].

Currently, the production and use of natural shampoos meets the key principles of sustainable development, as it is aimed at reducing the negative impact on the environment and rational use of resources.

The process of foaming in shampoos is a complex physicochemical phenomenon that occurs during the interaction of surfactants with water, air and mechanical action during hair washing. Foam formation in shampoos occurs due to the presence of surfactants, which reduce the surface tension of water. During contact of shampoo with water, surfactants dissolve and orient themselves at the water-air interface, reducing surface tension. Surfactant molecules form an adsorption layer around air bubbles, stabilizing thin liquid films and preventing their rapid destruction [3]. The process of foaming in shampoos is influenced by many factors, namely: concentration, type of surfactant, pH of the medium, water temperature, water hardness, the presence of additives and impurities (amount of skin fat), intensity of mechanical action. The effectiveness and stability of foam formation are determined by the composition of the shampoo and the conditions of use, which is of great importance in the development of safe and high-quality cosmetics.

The impact of dispersed systems (foam) on the environment is primarily associated with the release of surfactants and auxiliary ingredients into aquatic ecosystems after using shampoos [1, 2]. After shampoos are washed off, surfactants enter wastewater. If they are not sufficiently treated, they enter rivers, lakes and groundwater, where they form stable foam on the surface of water bodies, disrupt gas exchange between water and the atmosphere, and reduce the concentration of dissolved oxygen. Dispersed systems that enter the soil can change the water-air regime of the soil, disrupt the balance of microorganisms and affect fertility.

The environmental impact of foam largely depends on the chemical nature of surfactants and their ability to biodegrade [6, 7]. Modern shampoos increasingly contain biodegradable surfactants of plant origin, which are faster broken down by microorganisms and have a less negative impact on the environment [8, 9]. To reduce the impact of dispersed systems on the environment, it is important to use biodegradable surfactants and auxiliary ingredients, control the concentration and chemical composition of products entering wastewater, and implement the principles of green chemistry and sustainable development in the development of cosmetics and detergents.

The features of foam formation and foam destruction in natural shampoos of various compositions Herbal essences, Barva, Naturel, PROtebe Loss Control, Green Pharmacy were analyzed. It was established that these processes depend on the physicochemical properties of the system.

The foaming ability and foam stability of shampoos were determined by the standardized Ross–Miles method, which consists in measuring the height of the foam



formed as a result of a jet of solution falling from a fixed height, immediately after formation (H_0 , mm) and after 5 minutes (H_5 , mm) [10, 11]. The foam height of the studied samples is in the range from 151 to 169 mm. The samples of shampoos Naturel, Herbal essences, Green Pharmacy have normal values of foam height – 151 and 158, 160 mm, respectively. Shampoos Barva, PROtebe Loss Control have high foaming ability, corresponding to 164 and 169 mm. Within 30 min, a decrease in foam height is observed with time, which indicates the processes of drainage, coalescence and destruction of disperse systems. The value of foam stability is in the range of 0,89 – 0,98. The highest foam stability is in Green Pharmacy shampoo, the lowest in PROtebe Loss Control. These values are considered indicators of sufficient foaming ability and foam stability for shampoos.

Determination of the foam multiplicity of the studied shampoos showed that the foam multiplicity for all samples is $K < 3$, which corresponds to natural shampoos, since they have low or medium foaming indicators. The obtained experimental data correlate with the indicators of foam height and stability in shampoos. Thus, Barva and PROtebe Loss Control shampoos have the highest foam multiplicity among the studied samples, which corresponds to values of 1,91 and 2,09.

It is shown that the pH value in the slightly acidic range, typical of natural shampoos, contributes to the formation of a moderate in multiplicity and controlled in stability foam. It has been established that the density of the shampoo affects the stability of the foam, at optimal values, it ensures uniform foam formation and slow destruction of disperse systems.

The obtained results of the study confirm that coconut emulsion acts as a mild natural foam regulator, ensures foam stability, and is an environmentally friendly alternative to synthetic foam suppressants (Table 1). This approach allows us to obtain a more complete picture of the behavior of disperse systems in shampoos.

Table 1.

Effect of defoamer (coconut emulsion) on foam formation

Shampoo sample	Without defoamer		Ratio 1:1		Ratio 1:2		C_1	C_2	
	H_0 , mm	H_5 , mm	H_0 , mm	H_5 , mm	H_0 , mm	H_5 , mm			
Herbal essences	158	145	151	149	158	147	0,92	0,99	0,93
Barva	164	147	144	143	155	150	0,90	0,99	0,98
Naturel	151	143	148	143	151	143	0,95	0,97	0,95
PROtebe Loss Control	169	150	157	151	158	158	0,89	0,96	1,00
Green Pharmacy	160	156	160	160	164	164	0,98	1,00	1,00



* C_1 , * C_2 : C_1 foam stability with the addition of defoamer 1:1, C_2 foam stability with the addition of defoamer 1:2

According to Table 1, for Herbal Essences shampoo without defoamer, a high initial foam of 158 mm is observed with a slight decrease after 5 min at a ratio of 1:1, the foam stability increases $C_1 = 0,99$. Further addition of defoamer 1:2 slightly reduces the stability. For Barva shampoo, defoamer in a ratio of 1:1 reduces the foam height H_0 , but the foam remains stable $C_1 = 0,99$. At a ratio of 1:2, the stability increases $C_2 = 0,98$. For Naturel shampoo, the values of the foam height H_0 and H_5 are close. The stability of 0,95–0,97 indicates a moderate but stable foam, typical of natural shampoos. For PROtebe Loss Control shampoo without defoamer, a high initial foam is observed, but the stability is lower $C = 0,89$. The addition of coconut emulsion increases the foam stability, and at a dilution of 1:2 the maximum value of $C_2 = 1$ is reached, which indicates the practical absence of foam destruction. Green Pharmacy shampoo is characterized by high foam stability. Without an antifoam, the stability is 0,98, and at dilutions of 1:1 and 1:2 the values of C_1 and C_2 are equal to 1.

Analysis of experimental data showed that the introduction of coconut emulsion into the composition of shampoos provides controlled regulation of foam formation and increased foam stability, which indicates the formation of stable, but not excessive foam. It has been proven that the use of vegetable oils, in particular coconut emulsion, helps to reduce excessive foam stability, which is environmentally appropriate in view of reducing the negative impact on aquatic ecosystems.

Experimental data correlate with the chemical composition, physicochemical properties and environmental requirements of the modern cosmetics market. Such foam formation indicators do not reduce the functional efficiency of hair cleansing, but reflect quality development trends focused on comfort, safety and sustainable development.

The obtained experimental data confirm the feasibility of expanding the range and use of natural shampoos with controlled foam formation in accordance with the principles of green chemistry and sustainable development. Further research will be aimed at studying the effect of various natural defoamers on foam destruction, assessing the biodegradability of shampoo components and their impact on aquatic ecosystems in accordance with the principles of green chemistry and sustainable development.

REFERENCES

1. Satish A. Dake. Green chemistry and sustainable technology: Biological, pharmaceutical, and macromolecular systems / A. Dake Satish, S. Shinde Ravindra, C. Ameta Suresh, A. K. Haghi // CRC Press, 2020. – 342 p.
2. Thomas F. De Rosa. Engineering green chemical processes. Renewable and sustainable design. – McGraw-Hill Education, 2015. – 561 p.
3. Streltsova O. O. Formation, properties of solutions and applications of



surfactants : educational and methodological manual / O. O. Streltsova, V. V. Menchuk. – Odesa : Odesa I. I. Mechnikov National University, 2021. – 132 p.

4. Bashura O. H., Tykhonov O. I., Rossikhin V. V. Technology of cosmetic products : textbook. – Kharkiv : NUPh, 2017. – 552 p.

5. Vovkotrub M. P., Smyk S. Yu., Boiko R. S. Physical and colloid chemistry : textbook. – Kyiv : NULES of Ukraine, 2016. – 350 p.

6. Paraska O. The assessment of the environmental impact of textile cleaning processes in the aquatic environment on human health. / O. Paraska, T. Ivanishena, O. Zakharkevich, L. Hes, N. Radek // Materials Research Proceedings. – 2022. – Vol. 24.– P. 301–308. DOI: <https://doi.org/10.21741/9781644902059-44>

7. Paraska O. Usage of biosurfactants as environmental friendly detergents for textile products cleaning / O. Paraska, O. Synyuk, N. Radek, E. Zolotenko, Y. Mykhaylovskiy // Vlakna a Textil Journal. – 2023 – Vol. 5. – P. 42-51. DOI: 10.15240/tul/008/2023-5-005

8. Technical regulation on cosmetic products [Electronic resource]. – Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/65-2021-п#Text> (accessed: 3.04.2026).

9. Bokhan Yu. V., Forostovska T. O. Screening of quality of cosmetic detergents for hair on the example of shampoos // Grail of Science. – 2021. – №. 8. – P. 153–157.

10. Psiuk M. O. Determination of foaming ability of surfactants by Ross–Miles method // Oil and Gas Exploration and Development. – 2023. – № 3 (88). – P. 42–48. – DOI: <https://doi.org/10.69628/pdogf/3.2023.42>.

11. Tarasov V. Ye., Korobko S. S., Kalmanovich S. A. New method of evaluating quality characteristics of foam in detergents // Natural Volatiles & Essential Oils. – 2021. – Vol. 8, № 4. – P. 7906–7917.

УДК 66.094.2:[502.521:504.5:543.383.2:662.1/.4]

Viktoriiia ROSHKA

student

Tetiana POPOVYCH

candidate of technical sciences, associate professor

Kherson State University

MODERN TECHNOLOGIES FOR THE RESTORATION OF SOILS CONTAMINATED WITH PETROLEUM PRODUCTS AND CHEMICAL COMPONENTS OF EXPLOSIVE SUBSTANCES

Soil contamination by petroleum and combustion products of explosive substances in areas of military operations is one of the most pressing environmental threats. Such contamination is characterized by a complex chemical composition,



high toxicity, and a low rate of natural degradation, and it may also become a source of long-term groundwater pollution. Modern high-efficiency land restoration cannot be effective without the use of innovative remediation technologies [1–6].

Analytical determination of petroleum products and explosive components in soils is a key step in assessing environmental contamination and selecting optimal reclamation technologies. Such contamination may include both aliphatic and aromatic hydrocarbons, polycyclic aromatic hydrocarbons, nitro compounds, as well as products of their thermal or oxidative degradation. A comprehensive set of physicochemical and biochemical analytical methods is used for their detection and quantification, allowing not only the determination of toxicant concentrations but also their bioavailability and ecological impact.

Particular attention is paid to the proper integration of chemical analysis results with bioindication data, since the actual ecological risk is determined not only by the concentration of pollutants but also by their impact on soil biota. Such integrated approaches have been applied in international post-war soil assessment programs under the United Nations Environment Programme, particularly in the Balkans, Kuwait, and Iraq. These programs examined bioremediation, phytoremediation, sorption and chemical technologies, thermal destruction, and combined approaches [7].

Bioremediation of soil is based on the ability of living organisms to transform organic pollutants into less toxic or mineralized compounds. This process is mainly carried out by soil bacteria and microscopic fungi that metabolize explosive substances and petroleum products as sources of carbon and energy. Microbial processes include the sequential degradation of complex organic substances through enzyme-mediated oxidation, hydrolysis, reduction, and cometabolism [1]. Aerobic bioremediation is the most effective when microorganisms induce oxygenases, including mono- and dioxygenases, which are involved in hydrocarbon degradation. This ensures the breakdown of hydrocarbon chains and their subsequent mineralization to carbon dioxide and water. Anaerobic reactions occur much more slowly and often lead to the accumulation of intermediate products, which limits their practical application.

The efficiency of bioremediation depends on soil environmental conditions: optimal conditions include a temperature of 20–35 °C, neutral or alkaline pH, sufficient moisture content, and balanced nutrients, particularly nitrogen and phosphorus. The absence of these factors significantly reduces microbial activity, requiring additional agronomic measures [1].

Phytoremediation is a “green” soil reclamation technology based on the ability of plants to extract, transform, or stabilize toxic compounds. The main mechanisms include phytoextraction, phytodegradation, and phytostabilization. Hyperaccumulator plants such as *Brassica juncea*, *Helianthus annuus*, *Salix* spp., and *Populus* spp. are capable of accumulating high concentrations of pollutants while producing substantial biomass [2]. The advantages of phytoremediation include cost-



effectiveness, minimal disturbance of soil cover, and positive effects on soil structure and biological activity. However, this method has limitations related to treatment duration, root depth, and the need for safe disposal of biomass after remediation [2].

Sorption agents contribute to the rapid reduction of mobility and bioavailability of petroleum products and combustion products of explosive substances. Natural and modified sorbents bind toxicants, limiting their migration into soil and groundwater. However, sorption does not ensure complete destruction of pollutants, making it advisable to combine it with other methods [3].

Chemical methods, including the Fenton process, peroxide-based methods, and ozonation, are aimed at breaking down complex organic compounds through reactive radicals. They significantly reduce toxicant concentrations and increase their bioavailability for subsequent biological degradation. At the same time, such methods require strict control of parameters to avoid negative impacts on the soil ecosystem [4].

Thermal destruction and other physicochemical methods are used in cases of high contamination levels or the presence of persistent nitro and aromatic compounds. Although these processes are energy-intensive, they ensure rapid and deep soil purification [5].

A promising direction is the use of combined technologies that integrate sorption, chemical, biological, and phytoremediation methods. This approach creates a synergistic effect, reduces restoration time, and enhances the environmental safety of land reclamation, which is especially relevant for post-war soil recovery in Ukraine [6].

Thus, the prospects for implementing modern soil remediation methods in Ukraine are outlined through the integration of international recommendations, national research, and available natural resources in post-war recovery. The optimal strategy is a gradual combined approach: prioritizing biological and sorption methods in large areas with moderate contamination and targeted application of physicochemical technologies in high-risk zones. Strengthening institutional capacity and international cooperation provides a foundation for environmentally safe and economically feasible restoration of Ukraine's soil resources.

REFERENCES

1. Azubuike, C.C., Chikere, C.B. & Okpokwasili, G.C. Bioremediation techniques—classification based on site of application: principles, advantages, limitations and prospects. *World J Microbiol Biotechnol* 32, 180 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2137-x>
2. Фіторемедіаційне відновлення екологічного стану ґрунтів, забруднених нафтопродуктами / Л. Черняк та ін. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції "Екологія. Людина. Суспільство". 2024. С. 63–65. URL: <https://doi.org/10.20535/ehs2710-3315.2023.291018>



3. Bingari H. S., Gibson A., Teeuw R. Sorption modelling of crude oil-contaminated soils using a derived spectral index. *Geoderma*. 2024. Vol. 447. P. 116935. URL: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2024.116935>
4. Adipah S. Remediation of petroleum hydrocarbons contaminated soil by Fenton's oxidation / Sylvia Adipah. — *Journal of Environmental Science and Public Health*, 2018, Vol. 2, Issue 4, P. 168–178. — DOI: 10.26502/jesph.96120036. — URL: <https://cdn.fortunejournals.com/articles/premediation-of-petroleum-hydrocarbons-contaminated-soil-by-fentonrsquos-oxidationp...pdf>
5. Thermal desorption remediation effects on soil biogeochemical properties and plant performance: Global Meta-analysis / J. Liao et al. *Biogeotechnics*. 2024. P. 100140. URL: <https://doi.org/10.1016/j.bgtech.2024.100140>
6. Mystrioti C, Papassiopi N. A Comprehensive Review of Remediation Strategies for Soil and Groundwater Contaminated with Explosives. *Sustainability*. 2024; 16(3):961. <https://doi.org/10.3390/su16030961>
7. United Nations Environment Programme (UNEP). Remediation of oil contaminated sites in the conflict-affected areas: training workshop report [Електронний ресурс]. Nairobi : United Nations Environment Programme, 2019. URL: <https://www.unep.org/resources/report/remediation-oil-contaminated-sites-conflict-affected-areas-training-workshop>

UDK 628.336:544.723:544.526.5

O. SEMESHKO,

DrSc., Professor of the Department of chemical technologies, expertise and provisions production safety, Kherson National Technical University, Khmelnytskyi, Ukraine; Senior Scientist of the Department of Physical and Physico-chemical Methods of Mineral Processing, Institute of Geotechnics SAS, Košice, Slovak Republic

O. KOVALENKO,

DrSc., Professor of the Department of Ecology, Water and Environmental Protection Technologies, Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine

V. KYSHKAROVA,

PhD., Research Fellow of the Department of Physical and Physico-chemical Methods of Mineral Processing, Institute of Geotechnics SAS, Košice, Slovak Republic

I. MELNYK,

PhD., Senior Scientist of the Department of Physical and Physico-chemical Methods of Mineral Processing, Institute of Geotechnics SAS, Košice, Slovak Republic



GRAPEVINE WOOD-DERIVED BIOCHAR AS A SUSTAINABLE ADSORBENT FOR PHARMACEUTICAL REMOVAL FROM WATER

Carbon-based materials derived from agricultural residues have emerged as highly promising candidates for sustainable environmental remediation, particularly in water purification technologies [1]. Their increasing relevance stems from the need for low-cost and efficient adsorbents capable of removing emerging contaminants, such as pharmaceutical compounds [2–5]. Among these materials, biochar has attracted considerable attention due to its economic feasibility, environmental compatibility, and tunable surface chemistry. Furthermore, the valorisation of agricultural waste supports circular economy strategies by converting biomass residues into functional carbon materials [1].

Grapevine wood, generated in large quantities during vineyard pruning, represents an underutilised lignocellulosic resource. Its conversion into biochar not only reduces environmental burden but also enables the production of carbon materials with desirable physicochemical properties [6, 7]. The high lignin content of grapevine biomass is particularly advantageous for forming stable aromatic carbon structures during pyrolysis.

In this study, grapevine wood collected from vineyards in the Mykolaiv region (Ukraine) was used as a precursor for biochar synthesis. The biomass was mechanically ground and air-dried at room temperature for one week prior to thermal treatment. Biochar was produced via pyrolysis under oxygen-limited conditions at 600 °C for 30 minutes [8], ensuring the effective decomposition of hemicellulose, cellulose, and lignin and yielding a stable carbonaceous matrix.

The surface morphology of the biochar samples was examined using a MIRA 3 FESEM microscope (TESCAN, Czech Republic) equipped with an energy-dispersive X-ray (EDX) detector (Oxford Instruments, UK). The BET (Brunauer–Emmett–Teller) surface area was determined by nitrogen adsorption–desorption at –196 °C using a NOVA 1200e Surface Area & Pore Size Analyser (Quantachrome Instruments, USA). Elemental composition was analysed using an Elementar Vario Macro Cube CHNS analyser (Elementar Analysensysteme GmbH, Germany). The Boehm titration was applied to characterise surface functional groups [8]. Zeta potential measurements were performed using a Zetasizer Nano ZS (Malvern, UK). Suspensions (1 g L⁻¹) prepared in 0.001 M NaNO₃ were equilibrated for 2 h, sonicated for 30 min, and adjusted to the desired pH using 0.1 M NaOH or HCl.

Elemental analysis revealed a significant increase in carbon content after pyrolysis, indicating progressive aromatisation of the material. Nitrogen was also detected, which is beneficial for adsorption due to its involvement in electron donor–acceptor and electrostatic interactions.

Zeta potential measurements revealed key electrokinetic characteristics of the pristine biochar surface. The non-activated sample exhibited an isoelectric point (IEP) at pH ≈ 1.7. At pH values above the IEP, the surface acquired an increasingly



negative charge, reaching -41.9 mV at pH 10.1. This behavior indicates that the biochar surface is predominantly negatively charged under neutral and alkaline conditions, which favors the adsorption of cationic species through electrostatic attraction.

The observed electrokinetic properties suggest the presence of acidic functional groups on the biochar surface, which undergo deprotonation with increasing pH. The gradual shift toward more negative ζ -potential values reflects the dissociation of oxygen-containing groups, such as carboxylic and phenolic functionalities, commonly formed during pyrolysis of lignocellulosic biomass.

Boehm titration results further support these findings. The total acidity (TA) of the pristine biochar was determined to be 0.31 mmol/g, while the total basicity (TB) reached 0.52 mmol/g. As a result, the TB/TA ratio was 1.7, indicating a shift toward a more basic surface character. The coexistence of both acidic and basic functional groups confirms the amphoteric nature of the material and explains its versatility as an adsorbent.

The specific surface area of the pristine biochar was measured to be 50.5 m²/g, providing a sufficient number of accessible adsorption sites. However, the adsorption performance is governed not only by textural properties but also by surface chemistry and charge distribution.

Such a combination of surface functionalities enables the biochar to interact with a wide range of substances, including organic pollutants, metal ions, and gaseous compounds. In particular, the dominance of basic groups, together with the development of negative surface charge at higher pH, enhances the material's affinity toward cationic pharmaceutical compounds such as doxorubicin.

In addition to electrostatic interactions, the adsorption behavior of pristine biochar may also involve π - π interactions between the aromatic carbon structure and organic molecules, as well as hydrogen bonding with surface functional groups. Nitrogen-containing functionalities present in the biochar may further contribute through donor-acceptor interactions.

Overall, grapevine wood-derived biochar demonstrates significant potential as an effective and low-cost adsorbent for the removal of pharmaceutical contaminants from aqueous media. Its adsorption performance is governed by a combination of surface charge properties, chemical functionality, and textural characteristics, highlighting the importance of intrinsic material properties in adsorption processes.

Acknowledgement. The authors thank the VEGA 2/0138/24 and HORIZON-MSCA-2022-SE-01 (CLEANWATER – 101131382) projects.

REFERENCES

1. M. Dong, L. He, M. Jiang, Y. Zhu, J. Wang, W. Gustave, S. Wang, Y. Deng, X. Zhang, Z. Wang, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2023, **20**, 1679, <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph20031679>.



2. M. Stylianou, A. Christou, C. Michael, A. Agapiou, P. Papanastasiou, D. Fatta-Kassinou, *J. Environ. Chem. Eng.*, 2021, **9**, 105868, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jece.2021.105868>.

3. O. A. Ajala, S. O. Akinnawo, A. Bamisaye, D. T. Adedipe, M. O. Adesina, O. A. Okon-Akan, T. A. Adebusuyi, A. T. Ojedokun, K. A. Adegoke, O. S. Bello, *RSC Adv.*, 2023, **13**, 4678–4712, <http://dx.doi.org/10.1039/D2RA06436G>.

4. H. Wang, X. Lou, Q. Hu, T. Sun, *J. Mol. Liq.*, 2021, **325**, 114967, <http://dx.doi.org/10.1016/j.molliq.2020.114967>.

5. X. Zhang, Y. Zhang, H. H. Ngo, W. Guo, H. Wen, D. Zhang, C. Li, L. Qi, *Sci. Total Environ.*, 2020, **716**, 137015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137015>.

6. M. Prelac, I. Palčić, D. Cvitan, D. Anđelini, M. Repajić, J. Čurko, T. K. Kovačević, S. Goreta Ban, Z. Užila, D. Ban, *Materials*, 2023, **16**, 4716, <http://dx.doi.org/10.3390/ma16134716>.

7. D. Cvitan, D. Anđelini, M. Prelac, Q. Javed, Z. Užila, I. Pasković, N. Major, M. Černe, S. Goreta Ban, M. Bubola, *Horticulturae*, 2026, **12**, 4, <http://dx.doi.org/10.3390/horticulturae12010004>.

8. V. Novoseltseva, H. Yankovych, O. Kovalenko, M. Václavíková, I. Melnyk, *Waste Manag. Res.*, 2021, **39**, 584–593, <http://dx.doi.org/10.1177/0734242X20943272>.

9. P. Paçzkowski, V. Kyshkarova, V. Nikolenko, O. Arkhipenko, I. Melnyk, B. Gawdzik, *Molecules*, 2025, **30**, 4123, <http://dx.doi.org/10.3390/molecules30204123>.

UDC 620.3:544.526.5

G. SOKOLSKY,

*Prof., Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine,
Nanotechcenter LLC, Kyiv, Ukraine*

I. KOVINCHUK,

*Ph.D., Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Kyiv, Ukraine, University of
Palermo, Palermo, Italy, Nanotechcenter LLC, Kyiv, Ukraine*

G. LAZZARA,

Prof., University of Palermo, Palermo, Italy

M. MAČEK KRZMANC,

*Dr., Advanced Materials Department, Josef Stefan Institute, Ljubljana,
Slovenia*

A. RAGULYA,

*Academician of NASU, prof., Frantsevich Institute for Problems of Materials
Science NASU, Kyiv, Ukraine, Nanotechcenter LLC, PI IRC Nano, Kyiv, Ukraine*



HALLOYSITE NANOTUBE BASED NANOREACTORS FOR WATER SPLITTING AND HYDROGEN EVOLUTION REACTION

Photocatalytic (PC) H₂ generation via water splitting (WS) has been actively studied during the last decades due to concerns about the energy crisis and global warming. Efficiency in this process relies on Hydrogen & Oxygen Evolution Reactions (HER&OER) where the sluggish kinetics of the latter becomes the bottle neck of the overall process. The concept of coupled H₂ production in PCWS obeys a decision toward sustainable solar-driven PC. This decision must be grounded on innovative approaches of rationally designing nanostructures based on an adequate understanding of structure-performance relationships.

The elucidation of an alcohol/aldehyde/glycerol/glucose/lactic acid molecules PC oxidation (Nucleophilic Oxidation Reaction (**NOR**), reforming) as an alternative to OER pathway (including additional green hydrogen evolution) at lower potentials than OER has been established recently⁶. Biomass derived organics (aldehydes etc.) is the next innovative step toward green H₂ production⁷. The main breakthrough for the given project is that it should provide hybrid WS by rational design of novel nanophotocatalysts of H₂ evolving at organics oxidation and H⁺ reduction.

The nanoreactors based on halloysite aluminosilicate nanotubes (HNT) interfaces can be used to create such a design using silanol and aluminol groups to separate HER and NOR by HNTs' wall and to provide selectively both processes and suppress OER. Application of NOR could also make available the production of high value products of aldehydes and acids. The scavengers can be applied to check and distinguish the reaction pathways of NOR. The overpotential and equilibrium potential of NOR are significantly lower than for OER. Photocatalytic NOR selectivity can be improved with doping by Cu²⁺/Cu⁺ and/or heterojunctions with CuO/Cu₂O nanoparticles. The instruments should also include the choice of the set of PC materials for Z(S)-scheme heterojunction combining high oxidation/reduction potentials for HER and H₂ produced by organics reforming, their band gap engineering by doping, rational design of heterojunctions and material architecture.

Self-assembly decoration of PC onto HNT interface creates a distinct heterojunction system facilitating HER kinetics. The HNT PC nanoreactor synthetic procedures were developed using Mn oxide/oxidehydroxide compounds (Fig.). The oppositely charged outer/inner interface of HNTs can be used for selective deposition/loading by PC (Fig., a). Alkaline medium is favorable for decoration of outer surface of nanotubes (Fig., b).

Besides the photocatalytic, Mn oxides and oxidehydroxides have proved catalytic NOR activity. These PC can occupy lumens or outer HNT interface. The possible role of MnO₂, MnOOH compounds as NOR catalysts includes consuming the lattice oxygen (Mars-van Krevelen mechanism). This mechanism will enrich process by aldehydes/acids etc. as valuable products especially at the dark conditions described as 24/7 photo/catalytic system.



Therefore, HNT based PC nanoreactors can be a self-assembled PC WS platform with broad variations of composition of a photocatalytic layer, including HER/NOR PC, co-catalysts, selectively distributed between outer/inner interface.

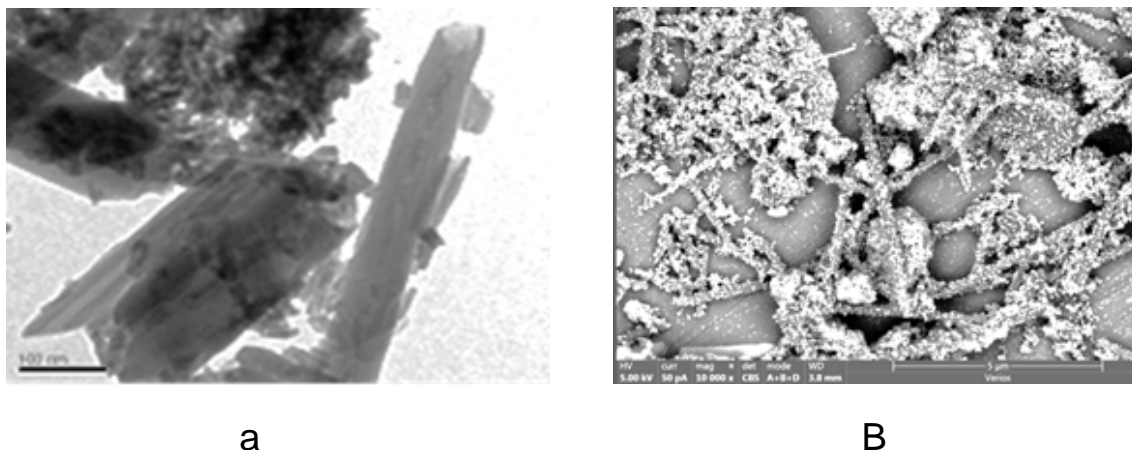


Fig. SEM images of HNTs (Sigma Aldrich)with incorporated into lumens MnOOH (a), HNTs (UltraPure) (b) decorated by NPs of Mn₃O₄ in phase contrast mode with magnification ×10 000.

Acknowledgements

Authors thank to the European Union for funding of this study within H-GREEN project “Innovative Functional Oxide Materials for Green Hydrogen Energy Production (H-GREEN HORIZON-MSCA-2022-SE-01-01, Grant No 101130520).

REFERENCES

1. International Energy Agency (2025). Global Hydrogen Review 2025. Paris: IEA. Available at: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025> (Accessed: 2 April 2026).
2. J.Teng, W.Li, Z.Wei, D.Hao, L.Jing, Y.Liu, H.Dai, Y.Zhu, T.Ma, J.Deng, Angew. Chem. Int. Ed.2024, 63,e202416039. <https://doi.org/10.1002/anie.202416039>
3. Massaro, M., Lazzara, G., Noto, R. and Riela, S., 2020. Halloysite nanotubes: a green resource for materials and life sciences. Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali, 31(2), pp.213-221

УДК 687.016:687.12

Олена АНДРЕЄВА,

*асистент кафедри індустрії моди в легкій промисловості,
Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*

Анастасія БОНДАРЕЦЬ,

*студентка факультету технологій і дизайну,
Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*



Дем'ян ЛЕБІДЬ,

магістр,

Хмельницький національний університет, м. Хмельницький

ПРОЄКТУВАННЯ ОДЯГУ-ПАЛІНДРОМУ ЯК ЕЛЕМЕНТ СТАЛОГО ДИЗАЙНУ ТА РАЦІОНАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ

Глобальна індустрія моди перебуває в стані трансформації, зумовленої екологічними викликами та перевиробництвом продукції. Концепція «швидкої моди» поступово поступається стратегіям сталого розвитку (sustainable development), у межах яких пріоритетом є подовження життєвого циклу виробів. В умовах економічного відновлення України впровадження методів екодизайну стає важливим чинником ресурсозбереження.

Одним із перспективних напрямів є проектування одягу-паліндрому - виробу, конструкція якого передбачає повноцінну експлуатацію як у прямому положенні, так і після розвороту на 180° (передньою частиною назад і навпаки). Такий підхід дозволяє отримувати різні візуальні та функціональні образи в межах одного виробу.

Наукова новизна дослідження полягає в обґрунтуванні концепції паліндромності на засадах модульного підходу, що забезпечує можливість рестайлінгу та адаптації конструктивних параметрів на ранніх етапах проектування. Застосування методів декомпозиції конструкції на модулі з використанням алгоритмів цілочисельного лінійного програмування дозволило сформулювати універсальну основу для трансформації виробу [1].

Методологія дослідження передбачає визначення компромісу між антропометричними параметрами грудної клітки та спинного відділу фігури. Ключовим завданням є нівелювання різниці між виступом грудних залоз і лопаток при збереженні свободи рухів.

У межах експерименту розроблено та виготовлено зразок туніки-паліндрому (рис. 1), конструкція якої забезпечує ергономічну посадку при двосторонньому використанні.



Рис. 1. Виріб-паліндром: вигляд спереду та по спинці.



Конструктивні особливості та технологічні рішення. Процес розробки одягу-паліндрому вимагає вирішення специфічних завдань на рівні вузлів та деталей:

1. Геометрія ліній. Розрахунок усередненої кривизни горловини та пройми, що адаптується до анатомії тіла при розвороті виробу.

2. Адаптивні вузли. Застосування бінарних (запошивних) швів, плоских з'єднань та реверсивної фурнітури (двосторонні блискавки, гудзики-трансформери) [2].

3. Динамічні припуски. Впровадження конструктивних надбавок, що враховують одночасну зміну положення опорних ділянок фігури. Це дозволяє нівелювати анатомічні відмінності будови тіла, забезпечуючи збереження ергономічності виробу у різних положеннях експлуатації [2, 3].

Цифрова трансформація та віртуальна апробація. Використання САПР (CLO 3D, Browzwear VStitcher) дозволяє здійснювати аналіз посадки виробу в реальному часі. Застосування карт напруження (Stress/Strain Map) дає змогу оцінити тиск матеріалу на тіло та оперативно коригувати конструкцію. Конструктор порівнює показники напруження в обох положеннях виробу, що дозволяє миттєво коригувати лекала при виникненні дискомфорту в зоні плечового поясу.

Цифрове прототипування суттєво зменшує обсяг текстильних відходів на етапі розробки та підвищує екологічну ефективність процесу (рис. 2).



Рис. 2. Виріб-паліндром на моделі.

Внесок у сталий розвиток та бізнес-перспективи. Впровадження одягу-паліндрому відкриває нові горизонти для вітчизняних брендів та студентських стартапів. Концепція «2-в-1» підвищує цінність продукту для свідомого



споживача, спрощує логістичні ланцюги та дозволяє пропонувати інтелектуальний продукт, орієнтований на стале майбутнє.

Проектування одягу-паліндрому є поєднанням інженерного підходу та принципів сталого дизайну. Запропонована методика дозволяє створювати функціонально адаптивні вироби з підвищеною експлуатаційною ефективністю, що відповідають сучасним вимогам раціонального споживання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Refashion (2025): Reconfigurable Garments via Modular Design. *arXiv:2510.11941v1*. URL: <https://arxiv.org/html/2510.11941v1> (дата звернення: 29.03.2026).
2. Нечіпор С. В., Баштинська А. В. Особливості проектування виробів-трансформерів демісезонного верхнього жіночого одягу зі штучної шкіри. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2021. № 5. С. 45–50.
3. Пашкевич К. Л. Проектування одягу : навч. посіб. Київ : КНУТД, 2019. 192 с.
4. Шейник М. С. Особливості використання 3D-технологій у виробництві одягу : монографія. Херсон : ХНТУ, 2025. 156 с.
5. Остапенко Н. В. Концептуальні засади дизайну трансформованого одягу : монографія. Київ : КНУТД, 2020. 212 с.
6. Кулешова С. Г., Хасанова Д. Особливості автоматизованого дизайн-проектування моделей одягу за принципами sustainable fashion. *Матеріали науково-практичної конференції КНУТД*. Київ, 2024. С. 112–115.

УДК 685.31

Антоніна БАБИЧ

к.т.н., доцент, доцент кафедри технології моди

Анастасія ОБЕЛЕЦЬ

магістр,

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА КОЛЕКЦІЇ ОДЯГУ ЖІНОЧОГО АСОРТИМЕНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЙ АПСАЙКЛІНГУ

Питання сучасного сталого дизайну, впровадження інноваційних ідей, використання апсайклінг технологій щодо вторинного використання матеріалів чи виробничих відходів є на часі.

Світові тенденції індустрії моди – це створення нової індустрії, вироби якої будуть екологічними, дешевими, функціональними, довговічними,



модними, ремонтоздатними тощо. Філософія сталої моди саме заснована на принципах ощадливого споживання продукту і екологічного балансу [1,2].

Одним з напрямів технологій апсайклінгу є використання виробничих відходів або вживаних матеріалів без додаткової їх переробки, що має практичне значення для збереження первинного ресурсу планети. Тому в даній роботі для створення колекції жіночого одягу «Саванна» має бути використано лоскут тканини, що має вади матеріалу (дірки, блізни тощо).

Метою роботи став пошук і впровадження сучасних інновацій в секторі науки щодо пошуку творчого джерела, використання лоскуту текстильного та технологій обробки матеріалів і виробів з метою виготовлення ексклюзивних молодіжних виробів, які мають екологічно направлену складову [2].

Естетика і актуальність конструкції у виробках колекції одягу є важливою складовою. Однак крім зазначених напрямів дизайнер плідно працює над творчим джерелом, що є основою проекту.

Проаналізувавши питання сталої моди та технологій апсайклінгу як предмета наукових досліджень у вітчизняній науковій літературі стало зрозумілим, що ці питання потребують наукового обґрунтування їхнього зв'язку з виробництвом та експлуатацією одягу[3].

Використання технологій апсайклінгу у виробництві одягу з відходів текстилю є сміливим рішенням дизайнера у напрямку збереження екології та здешевлення виробів даної сегментної групи.

Ідея авторів роботи щодо використання відбракованого лоскуту текстильних матеріалів у розробці колекції оригінального літнього одягу жіночого асортименту з використанням декоративно-функціональних строчок і не стандартного крою є актуальним і цікавим рішенням проекту.

Текстильний бавовняний матеріал з сировини природного походження має м'яку і пластичну текстуру, володіє високими технологічними характеристиками, має високу межу зносостійкості, добре драпірується, піддається фарбуванню, має здатність до повного використання і повного біологічно розпаду при утилізації [4].

Для втілення авторської ідеї на основі творчого джерела було розроблено ескізи (рис.1) і виготовлено зразки виробів колекції жіночого одягу, які представлено в даній роботі (рис.2.).



Рис.1. Ескізи колекції «Саванна»



Рис. 1. Візуалізація зразка виробів творчої колекції «Саванна»
(автор колекції А. Обелець)

Для впровадження дизайнерських ідей практично немає меж. Тому цікаві ідеї, яскраві кольори, фактурні матеріали, сучасні конструкції виробів, інноваційні підходи і технології є актуальними з точки зору розробки і втілення в життя науково і творчого потенціалу дизайнера.



В даній роботі досліджено і проаналізовано питання концепції сталої моди, актуальності і технологічної можливості використання текстильних відходів для розробки колекції жіночого одягу з використанням апсайклінг технологій. Розроблено лінійку ескізів та виготовлено зразки виробів. Доведено теоретико-практичним шляхом доцільність даної розробки. Колекція «Саванна» пройшла апробацію шляхом дослідного носіння в умовах середовища.

ЛІТЕРАТУРА

1. Огляд ринку. Вітчизняна індустрія моди. *Мій бізнес*. URL: <https://msb.aval.ua/ru/news/?id=24843> (дата звернення: 21.05.2026).
2. Походенко К. Р. Стала мода як предмет наукових досліджень. *Вісник КНУКІМ. Серія «Мистецтвознавство»*. 2021. Вип. 45. С. 249–256. DOI: <https://doi.org/10.31866/2410-1176.45.2021.247403>
3. Інноваційні технології дизайн-проекування сучасного одягу / Л. О. Щербань та ін. *Технології та дизайн*. 2018. № 1. С. 1–12. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2018_1_2 (дата звернення: 21.05.2026).
4. Практичні аспекти управління відходами в Україні / М. О. Барінов та ін. Київ : Поліграф плюс, 2021. 118 с.

УДК 685.31

Антоніна БАБИЧ

к.т.н., доцент, доцент кафедри технології моди

Марія ХОРОЛОВА

магістр кафедри технології моди,

Київський національний університет технологій та дизайну

СТИЛЬ МІНІМАЛІЗМ В АКСЕСУАРАХ ІНДУСТРІЇ МОДИ

Створити стильний образ для сучасної жінки можна використавши мінімальну кількість речей, але при цьому необхідно правильно розставити акценти. У якості акцентів може виступати колір, крій виробу або аксесуари. Яскравим прикладом даного твердження є стиль «мінімалізм».

Сучасні історики моди шукають витоки стилю «мінімалізм» в культурі різних народів світу для підтвердження факту його зародження. Існує наукова думка, що на формування стилю «мінімалізм» найбільше впливу внесла східна філософія, яка пропагує і сьогодні відмову від зайвих речей, від розкоші та пропагує помірність у всьому. Тому можна припустити, що і зародився стиль «мінімалізм» саме на сході [1].

Досліджуючи і вивчаючи дане питання визначено, що особливу роль у



розвитку стилю «мінімалізм» і його предметному втіленні у вироби індустрії моди відіграє легендарна особистість в світі моди - Коко Шанель, яка бачила красу в простих речах. Завдяки мінімалістичному баченню світу моди і краси Коко Шанель в індустрію увійшли різні не відомі до того часу матеріали, були втілені конструкції виробів простого крою без зайвих деталей (маленька чорна сукня), сміливі аксесуари (пояси, сумочки, шляпки, намисто тощо) [2, 3].

Тенденція спрощення форм і конструкцій виробів, відмови від зайвої розкоші і вичурності, що доставляє незручності, призвела до значних змін як у виробках, так і в модній індустрії загалом.

Назва даного стилю чітко визначає суть цієї модної течії: «мінімалізм» - це означає мало, але яскраво і вишукано.

Головна перевага стилю «мінімалізм» схована філософськи в його історичних глибинах, а на поверхні відображається в його універсальності і функціональності.

Розробляючи комплект аксесуарів шкіргалантерейних виробів для ділової жінки в стилі «мінімалізм» автори ідеї чітко слідували принципам стилю, надихались природними кольорами і простими формами, експериментували (рис.1). Головною ідеєю виробів комплекту є мінімалістичний і простий дизайн, чітка геометрія крою, не великий розмір і об'єм окремих елементів комплекту (сумка), монохромність, відсутність зайвих деталей, можливе акцентне оздоблення виробів тисненням [4].



Рис.1. Візуалізація колекції аксесуарів жіночого асортименту в стилі мінімалізм



Такі вироби підходять жінкам будь-якого віку, відмінно поєднуються з елементами базового гардеробу, як результат: створення стильного образу за потребою (діловий, вечірній, повсякденний тощо).

Робота дизайнера в напрямку стилю «мінімалізм» надає йому широкі можливості для удосконалення і самовираження; для сміливих експериментів зі стилем, матеріалами, фактурами, кольорами, конструкціями; дає поштовх до розвитку і втілення творчого мислення у даному напрямку.

Всупереч поширеній думці даний стиль - це не нудні вироби похмурих тонів, це справжня перлина в мушлі посеред океану.

У виробах стилю «мінімалізм» не варто використовувати більше двох кольорів, подібний мікс дозволить створити складний образ, незважаючи на просту конструкцію. Однотонний виріб можна доповнити фактурністю поверхні матеріалу чи фурнітурою контрастного кольору. Основний концепт стилю - загальна скромність і витонченість виробу, без надмірного оздоблення. Класика стилю «мінімалізм», яка існує над модою – це чорний і білий колір [1 - 4].

Мінімалістична фурнітура на виробах допоможе підкреслити його витонченість і правильно подати стильову задумку споживачу.

Отже, мода в сучасному світі є мінливою і непередбачуваною, однак класика і стиль залишається основою для втілення сміливих творчих ідей дизайнера.

Надихнувшись ідеєю створення комплекту аксесуарів з натуральної шкіри хромового методу дублення в стилі «мінімалізм» було розроблено ескізи виробів жіночого асортименту, відпрацьовано техніки оздоблення та технології виготовлення виробів, підбрано матеріали і фурнітуру до них, розроблено конструкторсько-технічну документацію та виготовлено колекцію жіночих стильних аксесуарів. [3].

ЛІТЕРАТУРА

1. Хроніка моди Plus Size: Історія, розвиток і зміни в індустрії моди. Сучасна епоха. *Zella*. URL: <https://zella.ua/khronika-mody-plus-size> (дата звернення: 21.05.2026).
2. Мінімалізм у світі сумок. *Vito Torelli*. URL: vitotorelli.com.ua (дата звернення: 21.05.2026).
3. Мінімалізм у світі сумок. *Vito Torelli*. URL: vitotorelli.com.ua (дата звернення: 21.05.2026).
4. Бабич А. І. Технологія виготовлення виробів з різних матеріалів : навч. посіб. Київ : КНУТД, 2021. 248 с.



УДК 685.31

Антоніна БАБИЧ

к.т.н., доцент, доцент кафедри технології моди

Світлана ВЕЛІТЧЕНКО

магістр кафедри технології моди,

Київський національний університет технологій та дизайну

ФОРМУВАННЯ АСОРТИМЕНТУ ВЗУТТЯ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ НА ОСНОВІ МАРКЕТИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Формування асортименту взуття для військовослужбовців та його виробництво в умовах сьогодення є актуальним питанням кожної країни яка переймається своїм суверенітетом, охороняє кордони країни і населення та опікується питаннями оснащення армії зручними і комфортними виробами. Ці дії призводять до наукового пошуку методів та засобів удосконалення конструкції виробів, технологічних параметрів при виробництві взуття, використанні сучасних матеріалів і комплектуючих, що в свою чергу призводить до зниження собівартості виробів, зменшення їх ваги, підвищення якості, зносостійкості і задоволення потреб армії у якісному спорядженні військовослужбовців [1, 2].

Військові події на Сході спричинили чергову кризу в Україні, однак навіть за таких обставин промисловість функціонує і виробляє продукцію військового призначення для ЗСУ. Виробники намагаються зберігати робочі місця, контакти з постачальниками і залишатися «на плаву» навіть за таких обставин.

Найбільшим виробником взуття спеціального призначення, зокрема для військовослужбовців, є ТОВ «Талан», м. Ромни, яке є передовим і надсучасним технічно підприємством по виготовленню спеціального і захисного (військового і професійного робітничого) взуття в Україні. Це підприємство має європейський досвід роботи, сучасне обладнання, філії у різних містах України та потужні виробничі площі за кордоном.

На жаль під час війни в Україні підприємці не мають достатньої можливості використовувати вітчизняну сировину для виробництва взуття даного призначення. Найбільшими країнами-імпортерами сировини для виробництва взуття є Італія, Польща, Туреччина, Індія, Китай, Бразилія, Португалія, Німеччина, Аргентина (постачальники шкіри та комплектуючих). За статистичними даними 10% складових взуття є українськими (наприклад, цвяхи і геленки – місцеві), решта складових – імпорт [2].



Перед проведенням маркетингових польових досліджень були ретельно вивчені вимоги європейських стандартів якості і відповідності взуття та в цілому армійського спорядження, а також вимоги до основних матеріалів [1, 3].

Стандарти НАТО для військової форми та спорядження військовослужбовців ЗСУ налічують ряд нормативно-технічних документів та змін до них, розміщених на офіційному сайті Міністерства оборони України, а саме деякі з них є такими [1]:

- EN ISO 20345:2004/AC:2007/A1:2007, IDT Засоби індивідуального захисту. Взуття професійної призначеності. Технічні умови;

- ДСТУ EN ISO 20344:2016 (EN ISO 20344:2011, IDT; ISO 20344:2011,

IDT) Засоби індивідуального захисту. Взуття професійної призначеності. Методи випробування взуття;

- ТУ У 15.2-00034022-175:2017 Черевики літні з високими берцями Тип В (затверджено і введено в дію 02.02.2017р; документ чинний до 02.02.2022р)

- ТО А01ХJ.45279-043:2019 Черевики літні. Технічний опис на дослідну партію (затверджено і введено в дію 28.12.2019р).

Основні матеріали для виробництва військового взуття, рекомендовані стандартами наступні:: поліуретан (ПУ), філон, філайт, ТЕП, кордура, натуральна шкіра (НШ), гóртекс (мембранна тканина), кевлар, синтетична шкіра, сіткові матеріали, металева фурнітура з антикорозійним ефектом тощо. Від того, з яких матеріалів виготовлене взуття для військовослужбовців залежить його якість, призначення, властивості і вартість.

Провівши дослідження методом анкетування було проаналізовано думки споживачів для подальшої співпраці з ТОВ «Талан» і розробки модельного ряду взуття сформованого асортименту.

Анкета розроблялась на основі критеріїв вагомості щодо взуття для військовослужбовців різних вікових і військових категорій, що є носіями взуття даного виду і призначення.

Для зручності та оперативності використовувалась анкета створена у сервісі Google, яка була надіслана бійцям ЗСУ через акаунти у соцмережах, що зареєстровані у військовій спільноті, м. Суми і є зараз чи були під час служби носіями даного взуття. Також додатково анкетування - опитування проводились наживо співавтором дослідження, під час спілкування з військовослужбовцями членами родини.

Для проведення анкетування попередньо було виконано математичні розрахунки ймовірності вибірки для проведення достовірних і якісних досліджень [4]. В опитуванні приймали участь бійці віком 25-65 років. З переліку критеріїв хочемо виділити три основних, а саме: відповідність взуття щодо виконання стратегічних задач, матеріали для взуття, виробник взуття (рис.1).

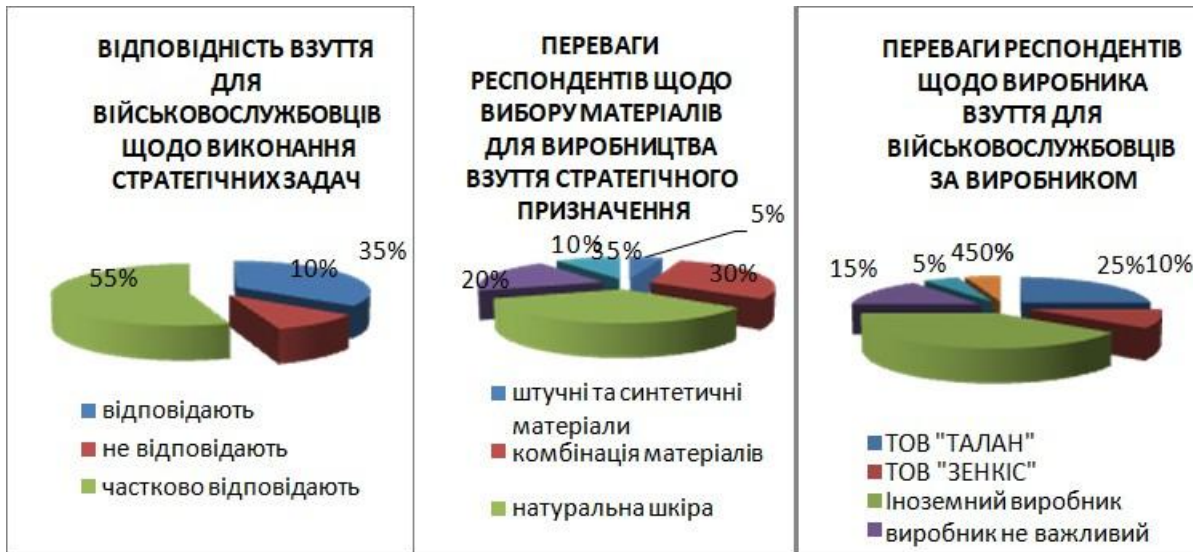


Рис. 1. Оцінка факторів споживчого вибору взуття для військовослужбовців на думку респондентів(військовослужбовців)

Аналіз даних анкетування дозволив зрозуміти ситуацію і зробити висновки. Отже, 40% опитаних обирають взуття іноземних виробників, переважно взуття виробництва США для військовослужбовців; 35% опитаних обирають взуття з натуральної шкіри; 55% опитаних вказують, що взуття вироблене в Україні лише частково відповідає для виконання стратегічних задач.

Детальний аналіз цих питань дав змогу сформулювати перелік вимог до взуття і розробити попередньо модельний ряд (рис.2), виконати креслення, виготовити дослідні зразки взуття для подальшої їх перевірити в лабораторних умовах на відповідність до вимог стандартів [1,3].



Рис. 2 Асортиментний ряд розробленого взуття для військовослужбовців

За результатами маркетингового дослідження, вивчення і аналізу нормативно - технічних документів (стандартів ISO, ТУ і ТО) зазначених раніше, було визначено потреби військовослужбовців і обрано для подальшої розробки в матеріалі модель тактичних черевиків різної висоти берців для літнього періоду носіння як основну, що відповідає потребам опитаних респондентів за критеріями вагомості і виготовлена шляхом комбінації



матеріалів заготовки литтєвим методом кріплення низу взуття.

Такий підхід дав змогу зацікавити цільову аудиторію, адже кожен військовослужбовець ЗСУ обирає для себе ту пару взуття, яка найбільше відповідає вимогам щодо призначення виробу і задовольнити стандартні вимоги. Впровадження новацій і сміливих рішень на виробництві – це крок в майбутнє промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційний сайт Міністерства оборони України. *Міністерство оборони України*. URL: <https://www.mil.gov.ua/> (дата звернення: 21.05.2026).
2. Статистична інформація. *Офіційний сайт Державної служби статистики України*. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 21.05.2026).
3. Засоби індивідуального захисту. Методи випробування взуття (EN ISO 20344:2011, IDT; ISO 20344:2011, IDT) : ДСТУ EN ISO 20344:2016. [Чинний від 2017-10-01]. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 94 с.
4. Гаркавенко С. С. Маркетинг : підручник. Київ : Лібра, 2002. 705 с.

УДК: 658.78

Олександр БЛАГОДИР

*аспірант кафедри індустрії моди в легкій промисловості
Хмельницький національний університет, м. Хмельницький*

СТВОРЕННЯ ПРОГРАМНИХ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ МАТЕРІАЛІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Управління запасами матеріалів на підприємствах легкої промисловості безпосередньо впливає на ефективність виробничого процесу і фінансові результати підприємства. Витрати на сировину та матеріали становлять від 40 до 70% у структурі собівартості готового виробу [1], тому навіть незначні збої в управлінні запасами призводять до суттєвих фінансових втрат, а надлишок матеріалів на складі заморожує оборотні кошти та збільшує витрати на зберігання, тоді як їх дефіцит зупиняє виробничі лінії і зриває терміни виконання замовлень [2]. Галузева специфіка легкої промисловості це широкий асортимент сировини, характеристики тканин (артикул, колір, ширина полотна), нормативне витрачання матеріалів на виріб - фактично не враховані у більшості готових програмних рішень загального призначення.

Більшість вітчизняних підприємств галузі досі ведуть облік матеріалів у таблицях або у застарілих облікових програмах без функцій планування та



аналітики. Великі ERP-системи (SAP, Oracle, Microsoft Dynamics) теоретично вирішують задачу управління запасами, проте потребують значних фінансових витрат і тривалого налаштування, а галузева специфіка у таких системах, як правило, не врахована [3], тому це зумовлює потребу у спеціалізованому програмному рішенні, доступному для підприємств різного масштабу і розробленому з урахуванням реальних умов роботи галузі.

Запропоноване програмне рішення побудоване за модульним принципом і охоплює повний цикл управління запасами матеріалів - від отримання виробничої програми до аналізу ефективності закупівель і формування управлінської звітності. Центральним елементом системи є модуль обліку запасів, який інтегрує дані від усіх інших модулів і забезпечує актуальну картину стану складського господарства, особливістю рішення є врахування нормативних витрат матеріалів, скоригованого за результатами реальної розкладки лекал, що підвищує точність планування порівняно з підходами, де нормативи встановлюється без прив'язки до фактичних показників розкрою.

Програмна система включає такі компоненти:

- Модуль норми витрат матеріалів забезпечує формування та актуалізацію нормативів на кожен вид виробу з урахуванням технологічних відходів розкрою. Норматив пов'язаний з конкретним видом тканини, її шириною і схемою розкладки лекал.

- Модуль обліку запасів веде повну номенклатуру матеріалів з деталізацією за партіями і характеристиками, підтримує методи списання FIFO (First In, First Out - «першим надійшов - першим вибув») та FEFO (First Expired, First Out - «першим закінчується термін придатності - першим використовується»), а також фіксує кожний рух матеріалу із зазначенням підстави та відповідальної особи.

- Модуль планування потреб розраховує необхідну кількість матеріалів на плановий виробничий період на основі виробничої програми і норм витрат матеріалів, визначає точку перезаказування (ROP) і оптимальний розмір замовлення за моделлю EOQ (Economic Order Quantity - економічно оптимальний розмір замовлення).

- Модуль управління замовленнями формує і відстежує замовлення постачальникам, веде базу договорів, контролює терміни поставок і формує рейтинг постачальників за показниками виконання умов договорів.

- Модуль вхідного контролю матеріалів фіксує надходження матеріалів, перевіряє відповідність замовленим характеристикам і оновлює залишки в обліковому модулі, що замикає цикл управління запасами.

- Модуль аналітики і звітності виконує ABC/XYZ-аналіз запасів, розраховує оборотність матеріалів, формує аналітичні звіти для підтримки управлінських рішень і забезпечує зворотний зв'язок з модулями нормативів та планування[5].



Взаємодію між модулями програмного рішення та потоки даних між ними наведено на рис. 1.

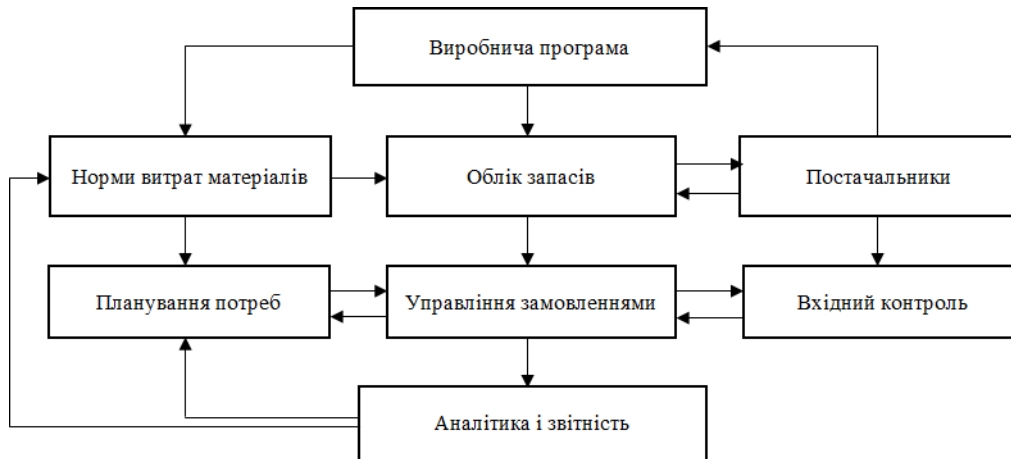


Рис. 1. Схема взаємодії модулів програмного рішення для управління запасами матеріалів

Зі схеми видно, що постачальники формують обмеження виробничої програми, яка своєю чергою визначає норми витрат матеріалів і передає дані до модуля обліку запасів. Модуль обліку запасів є центральним вузлом системи - він отримує дані від блоку норм витрат матеріалів, взаємодіє з постачальниками у двосторонньому режимі і передає актуальні залишки до модуля управління замовленнями. Двосторонні зв'язки між модулями планування потреб, управління замовленнями і вхідного контролю забезпечують безперервний цикл коригування потреб відповідно до реального стану поставок. Модуль аналітики і звітності отримує дані від управління замовленнями і формує два зворотних зв'язки - до модуля планування потреб і до блоку норм витрат матеріалів, що дозволяє системі автоматично коригувати розрахункові параметри на основі накопичених виробничих даних.

Впровадження розробленого програмного рішення дозволяє скоротити надлишкові запаси матеріалів на 15-20% за рахунок точнішого планування потреби і зменшити кількість аварійних закупівель через дефіцит. Зворотний зв'язок між аналітикою і нормативами забезпечує постійне уточнення розрахункових параметрів системи у міру накопичення виробничих даних, що є принциповою відмінністю від статичних підходів до нормування. Розроблена система є складовою комплексного дослідження з оптимізації управління запасами і процесів розкрою на підприємствах легкої промисловості. Подальші дослідження будуть спрямовані на інтеграцію модуля нормативів з інструментами автоматизованого проектування і оптимізації розкладки лекал.



ЛІТЕРАТУРА

1. Жарська І. О., Хачірова Ю. Сучасні моделі управління запасами на підприємстві. *Вісник Одеського національного економічного університету*. 2023. № 312-313. С. 192-196.
2. Guo Y., Liu F., Song J.-S., Wang S. Supply chain resilience: A review from the inventory management perspective. *Decision Support Systems*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2024.114267> (date of access: 30.03.2026).
3. Пеняк Ю. С., Болдовська К. П., Ковальова Т. В. Моделі та методи управління виробничими запасами на підприємстві. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*. 2024. № 15. URL: <https://reicst.com.ua/pmt/article/view/2024-15-09-01> (дата звернення: 30.03.2026).
4. Pinheiro de Lima E. et al. Economic Order Quantity: A State-of-the-Art in the Era of Uncertain Supply Chains. *Sustainability*. 2024. Vol. 16, No. 14. P. 5965. DOI:10.3390/su16145965
5. Lagoda L., Klumpp M. Efficient Warehouse and Inventory Management: The Modified ABC XYZ Analysis as a Framework to Integrate Demand Forecasting and Inventory Control. *Dynamics in Logistics*. LDIC 2024. Lecture Notes in Logistics. Cham : Springer, 2024. DOI:10.1007/978-3-031-56826-8_30

УДК 664.861

Олег БОДНАР
здобувач вищої освіти СВО "Магістр"
Тетяна ЯКОВЕНКО
старший викладач
Микола ВАЛЬКО
доктор технічних наук, професор,
Херсонський національний технічний університет

СУХІ ОВОЧЕВІ СУМІШІ – ЗРУЧНЕ ДОПОВНЕННЯ ДО СТРАВ

Харчова промисловість України, як одна з багатьох важливих для життєдіяльності держави, продовжує успішно працювати і виконувати покладені на неї завдання із забезпечення населення доброякісними продуктами харчування, але й виробляти продукцію що слугує сировиною для інших галузей промисловості. Так один консервний завод на півдні України може створювати додаткові робочі місця в інших частинах країни, бо виготовлена ним томатна паста, фруктові чи овочеві пюре, джеми, сухі овочеві суміші з успіхом використовують як сировину інші великі і малі підприємства, харчосмакові або кондитерські фабрики тощо. Тому роль саме консервних заводів, що задіяні на стадії первинної переробки свіжих плодів і овочів, має



бути вагомою. Але останні роки нашої історії яскраво свідчать про суттєві зміни в організації роботи консервних заводів, в забезпеченні сировиною, у характері взаємовідносин між виробниками і споживачами продукції. В той же час складна економічна ситуація вплинула на роботу більшості харчових підприємств України. Серед причин, що породили таку нестабільність і різкі зміни в організації роботи, слід назвати військові дії, окупація частини території, що десятиліттями була постачальником сировини для переробних консервних підприємств. Не залишилось без наслідків і масове переселення працездатного населення (внутрішньо переміщених осіб) на нові території, де не відразу можна знайти робоче місце. Проте вихід можна знайти навіть у такій складній ситуації.

Готова продукція консервних підприємств добре відома населенню, бо в більшості своїй вона вже придатна для безпосереднього споживання, тобто без спеціальної теплової обробки. Це різноманітні консервовані овочеві салати, закуски, ікра, компоти асорті тощо. Проте на консервних заводах також займаються виготовленням напівфабрикатів із сушених овочів або фруктів, готують брикетовані пакети для виготовлення перших страв, кисілю, желе тощо. Така продукція завжди користувалась попитом у населення, що в певні періоди перебувала поза межами дому: у мандрівників і туристів, бо вона легковагова і займає мало місця в рюкзаках. Нині до споживачів таких продуктів приєднались військові і внутрішньо переміщені особи.

Сушені плоди, овочі або овочеві суміші дуже зручно використовувати в технології приготування страв. Для людей, що змушені готувати гарячі страви без особливих зручностей, сьогодні це ще й економічно вигідно. На консервному заводі для отримання 100 грам сушених овочів треба переробити трохи більше 1 кг свіжих овочів. Проте за своєю поживністю і калорійністю такі овочеві суміші не поступаються свіжим, бо в процесах виготовлення сумішей обов'язково додаються поживні речовини, вітаміни, мікро та макроелементи, які відсутні в свіжих овочах. Вартість сушених сумішей, що розрахована на харчування 4-5 осіб, на сьогоднішній день складає 50-55 гривень. Правильно висушені ягоди, плоди або овочі зберігають усі свої смакові якості і майже всі природні вітаміни. Харчова цінність сушених продуктів в герметичному пакуванні також зберігається. В процесах сушіння відбувається випаровування вологи, при цьому підвищується концентрація сухих речовин, цукру, тому фрукти і овочі, що містять цукор, стають солодшими. Такі сухофрукти із задоволенням споживають діти, їх використовують для виробництва пиріжків, здоби, їх можна вживати як перекус замість солодощів.

Інший вид харчової продукції, що спроможні виготовляти консервні заводи – це смакові речовини. Такі смакові речовини додають до страв у досить незначній кількості для надання їм специфічного пряного присмаку і стійкого аромату. Здатність прянощів надавати та властивості стравам пов'язана з



наявністю в їх складі специфічних хімічних речовин – ефірних олій, глікозидів і алкалоїдів.

Класичними представниками прянощів є всі види перцю (чорного, червоного, духмяного, білого), кориця, гвоздика, лавровий лист, ваніль, імбир, кардамон, мускатний горіх та інші. Більшість рослин, що продукують пряні плоди, квіти або частини стебла, яких нараховують близько 200, вирощують переважно в країнах з жарким кліматом. В Україні зустрічається близько 100 дикорослих і більше 60 культурних видів таких рослин. Тому існують реальні можливості для приготування сумішей таких прянощів.

На відміну від прянощів існують приправи, що здатні надавати стравам солоного, кислого, або гіркого (сіль, столова гірчиця, оцет) смаку, і ароматичні речовини (пелюстки чайної рози, жасмину, ірис, какао тощо).

Прянощі поліпшують смакові властивості продукту харчування, підвищують реакцію страв на нюхові, смакові і травні органи людини. Це сприяє кращому їх засвоєнню за рахунок більш інтенсивного виділення шлункового соку, жовчі, активізації ферментативних процесів і обміну речовин. Більшість видів прянощів мають антиокислювальні або бактерицидні властивості. Враховуючи це такі прянощі використовують в консервній, харчоконцентратній, хлібопекарській та інших галузях харчової промисловості. Прянощі також містять вітаміни, мінеральні речовини, деякі лікарські речовини.

В кулінарії народів світу використовується більше 1500 різних видів прянощів, але самими поширеними, в тому числі в Україні, стали не більше 20. Це насіння гірчиці, мускатний горіх, мускатний цвіт; ваніль, перець, бад'ян, кардамон; квітки гвоздики, шафрана, лавровий лист; кора кориці; коріння імбиру, куркуми.

Для поліпшення смакових властивостей страв широкого застосування знаходять місцеві прянощі, асортимент яких визначається особливостями конкретного регіону і етнічною кухнею в місцях вирощування. До них відносять пряні овочі (різні види цибулі, часник, петрушка, пастернак, сельдерей, хрін, черемша) і пряні трави (кріп, коріандр, кмин, аніс, м'ята, рута, меліса, донник, душиця, чебрець, ялівець тощо).

Широке застосування в приготуванні страв знайшли сухі суміші прянощів, таких як набір спецій для юшки, аджика, ткемалі, хмелі-сунелі, сухі набори для приготування маринадів, холодцю тощо, що надають стравам властиві їм специфічний запах, смак і аромат.

Інший напрямок виготовлення напівфабрикатів це так звані сухі сніданки. Це різновид харчових концентратів, виготовлених на зерновій основі. Такі вироби отримують при обсмаженні попередньо відвареного і потім розплющеного зерна або крупи кукурудзи чи пшениці з додаванням смакових добавок. Вони повністю готові до споживання, найчастіше на сніданок.



Сухі овочеві суміші, це універсальна, дуже багата комбінація якісних рослинних інгредієнтів для приготування ароматних м'ясних, рибних, овочевих страв, соусів і підлив. Такі суміші додають в супи, борщі, бульйони, в перші та другі страви за смаком та відповідно до рецептури. Секрет смаку та користі приготовлених страв часто проявляється не лише в якості та кількості інгредієнтів, а в грамотному співвідношенні овочів, коренів, сушеної зелені та ароматних трав. Лише так можна приготувати дуже смачну страву.

В світі зараз багато фірм займається виготовленням таких сумішей, що різняться якістю, ціною, і звісно – складом компонентів. Безумовно, що в кожній країні інгредієнти можуть мати схожу назву, але відрізнятися якістю, бо вирощуються в різних кліматичних умовах і на різних ґрунтах. В Україні серед виробників сухих напівфабрикатів доброю славою користується компанія «Норма». Вона є виробником спецій, трав, приправ під однойменною торговою маркою «**Norma**». Виробництво знаходяться в місті Києві. Споживачів привертають в першу чергу якість, смак, невисока ціна.

Виробнича компанія **Norma** вважається інноваційним виробником, першим брендом в Україні, який не позиціонує товар по традиційній формулі ціна – якість та не йде на компроміс між ціною та якістю. Виробник сухих концентратів показує високу якість, зберігаючи при цьому найнижчі ціни. Технологічність виробництва, свіжість та кондиції сировини дають такий смак, аромат та зовнішній вигляд наших продуктів. Доброю славою користуються сухі овочеві суміші виробників «Огородник», «Торчин», «Галицькі традиції» та інших.

Як свідчить практика, найпопулярнішими для споживачів залишаються різноманітні суміші трав, в тому числі пряних, вагою приблизно 200 – 250 г. Цієї маси достатньо для приготування гарячих страв для однієї особи або невеликої сім'ї. Така суміш вважається універсальною для приготування різних страв, для людей з різноманітним уподобанням. Для населення України найпоширенішими і затребуваними є суміші овочів, що складаються з таких інгредієнтів: морква, паприка, пластівці, цибуля ріпчаста, часник, кріп, петрушка.

Виробники сухих сумішей продовжують пошук оптимальних складів таких сумішей, способів приготування, фасування і зберігання якості продукту. Тому дослідники і науковці також займаються питаннями удосконалення технології виготовлення сухих овочевих і фруктових сумішей для здорового харчування населення.



УДК 677.021:664

Г.А. БОЙКО,
д.т.н., доцент,
професор кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
А.В. ЄВТУШЕНКО,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Є.О. СЛУЧИНСЬКИЙ,
здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти,
Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ЛУБ'НОЇ СИРОВИНИ В ЕКОЛОГІЧНИХ ТОВАРАХ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

У сучасних умовах глобалізації та переходу до принципів сталого розвитку особливого значення набуває використання екологічно безпечних, відновлюваних та ресурсоефективних матеріалів. Одним із ключових напрямів є розвиток біоекономіки, що передбачає залучення рослинної сировини для створення екологічних матеріалів із мінімальним впливом на довкілля. У цьому контексті луб'яні культури (льон, коноплі) займають важливе місце завдяки своїй високій продуктивності, невибагливості до умов вирощування та можливості комплексного використання всіх частин рослини.

Луб'яне волокно характеризується високими фізико-механічними властивостями, біорозкладністю, гігроскопічністю та відсутністю токсичності, що робить його перспективним матеріалом для різних галузей промисловості [1,4]. Особливо актуальним є його використання у виробництві допоміжних матеріалів для харчової промисловості, зокрема пакувальних матеріалів, фільтрувальних елементів та агротекстилю. Водночас якість і властивості луб'яних волокон значною мірою залежать від технологічної обробки сировини, що визначає їх подальше застосування [2,3].

Об'єктом дослідження були обрані луб'яні волокна технічних конопель сорту «Софія», який характеризується високими технологічними властивостями та універсальністю використання. Дослідження проводилися з урахуванням різних ступенів технологічної обробки волокна:

- після тіпання та грубого чесання;
- після додаткового тонкого чесання.

У ході експериментальних досліджень визначали:

- розривне навантаження волокон;
- лінійну щільність;
- вміст целюлози у волокні та костриці;
- морфологічні особливості волокон за допомогою світлової мікроскопії



Проведені дослідження показали, що ступінь технологічної обробки суттєво впливає на якісні характеристики волокон технічних конопель.

Волокна після тіпання та грубого чесання характеризуються високою міцністю (середнє розривне навантаження — 27,28 даН) та значною лінійною щільністю (близько 34 текс). Така структура волокон обумовлює їх підвищену жорсткість і придатність для виготовлення технічних матеріалів, де важлива міцність і стійкість до механічних навантажень. Морфологічно ці волокна утворюють щільні пучки з частково нерозщепленими елементарними волокнами та значною кількістю луб'яних компонентів.

Після додаткового тонкого чесання волокно зазнає суттєвих структурних змін. Зменшується його лінійна щільність (до 9,65 текс), що свідчить про формування більш тонкого і однорідного волокна. Розривне навантаження при цьому дещо знижується (до 23,25 даН), проте залишається достатнім для текстильного використання. Морфологічний аналіз показав, що такі волокна складаються з більшої кількості елементарних волокон із округлою або бобоподібною формою, які щільно прилягають одне до одного, що забезпечує високу гігроскопічність, м'якість і однорідність матеріалу.

Хімічний аналіз показав, що вміст целюлози у волокнах після грубого чесання становить у середньому 73,95 %, тоді як після тонкого чесання він дещо знижується до 71,8 %. Це пов'язано з видаленням частини нецелюлозних компонентів під час інтенсивної механічної обробки. Водночас у костриці спостерігається значне зростання вмісту целюлози (до 83,6 %), що відкриває можливість її використання як сировини для виробництва целюлозних матеріалів і біокомпозитів.

Отримані результати підтверджують, що технологічна обробка є ключовим фактором формування властивостей конопляного волокна та визначає напрями його використання.

Волокна після грубого чесання доцільно застосовувати у виробництві технічних матеріалів, зокрема агротекстилю, пакувальних матеріалів та фільтрувальних елементів для харчової промисловості, де важливими є міцність і жорсткість.

Волокна після тонкого чесання можуть бути використані для виготовлення високоякісної пряжі та текстильних матеріалів, у тому числі екологічного пакування для харчових продуктів. Завдяки високій гігроскопічності та однорідності вони придатні для створення матеріалів, що контактують із харчовими продуктами.

Костриця, яка утворюється як побічний продукт переробки, може бути ефективно використана у виробництві целюлозних напівфабрикатів, картонних матеріалів та біодеградованих композитів, що забезпечує безвідходність виробництва.



У результаті досліджень встановлено, що:

- сорт «Софія» характеризується високою універсальністю та придатністю до різних напрямів переробки;
- ступінь технологічної обробки суттєво впливає на фізико-механічні, хімічні та морфологічні властивості волокон;
- грубе чесання забезпечує отримання міцного волокна для технічних потреб, тоді як тонке чесання формує тонке, однорідне волокно для текстильного виробництва;
- побічні продукти переробки можуть бути ефективно використані, що підвищує ресурсоефективність виробництва.

Роблячи узагальнений висновок з вищезазначеного, можна стверджувати, що оптимізація технологічної обробки луб'яних волокон технічних конопель дозволяє цілеспрямовано формувати властивості волокон та розширювати сфери їх застосування у виробництві екологічних матеріалів для харчової промисловості.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бойко Г. Донцова В. Формування властивостей волокон технічних конопель. *Міжнар. наук.-практ. конф. Технічні культури для цілей сталого розвитку: пріоритетні напрями наукових досліджень в умовах сучасних викликів і загроз*. Глухів: ІЛК НААН. С.67-69
2. Шинкарук М.В., Шамшура М.В. Модифікація конопляного волокна. *Вісник ХНТУ*. 2018. № 4(67). С. 126-129
3. Bou Orm, J., et al. Microbial communities and their role in enhancing hemp fiber quality through field retting. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 2024, №61(5), P 258-269.
4. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. Коноплі : монографія/ Суми. Видавничий будинок "Еллада", 2011. 384с.

УДК 677.021:664

Г.А. БОЙКО,

д.т.н., доцент, професор,

*кафедра товарознавства стандартизації та сертифікації
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

Н.В. МЕРЕЖКО,

д.т.н., професор, професор,

*завідувач кафедри товарознавства та митної справи
Державного торговельно-економічного університету, м. Київ*

Є.А. ОМАРОВА,

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*



ТОВАРОЗНАВЧА ОЦІНКА ЯКОСТІ ТЕКСТИЛЬНОГО ВЗУТТЯ З МОДИФІКОВАНОГО КОНОПЛЯНОГО ВОЛОКНА

У сучасних умовах розвитку легкої промисловості та впровадження принципів сталого виробництва особливого значення набуває створення екологічно безпечних товарів із використанням відновлюваної сировини. Одним із перспективних напрямів є використання технічних конопель у виробництві текстильних матеріалів та взуття. Конопляні волокна характеризуються високою міцністю, зносостійкістю, гігроскопічністю та екологічною безпечністю, що зумовлює доцільність їх застосування у виробництві взуттєвих виробів [1].

Водночас важливим завданням є об'єктивна оцінка якості таких виробів із позицій товарознавства, що дозволяє визначити рівень їх конкурентоспроможності та відповідність вимогам споживачів і нормативної документації [2,3].

Об'єктом дослідження було текстильне взуття з тканим полотном верху на основі модифікованих конопляних волокон (рис. 1(а), зразок СВ). Для порівняння використано еталонні зразки взуття (рис. 1(б,в) зразки СВ-3 та СВ-6), виготовлені з конопляних і змішаних волокон.

Оцінювання якості здійснювали за комплексним підходом, що передбачає: визначення одиничних показників якості; розрахунок відносних показників; визначення коефіцієнтів вагомості; обчислення комплексного показника якості.



Рис. 1 – Зразки взуття з конопляною тканиною верху: а) розроблене взуття з тканиною верху з модифікованого конопляного волокна (зразок СВ); моделі конопляного взуття, виготовлених ТОВ «Ален Груп» із застосуванням тканого полотна на основі коноплеволонна різних видів переплетення.

До структури оцінювання включено три групи властивостей: надійність (розривне навантаження, видовження, поверхнева густина, стійкість до стирання); ергономічність (гігроскопічність, водонепроникність); естетичність (дефекти, текстура, колір). Після проведених розрахунків відносних показників якості розробленого та еталонних зразків текстильного взуття, побудовано



графік структури показників якості за відносними показниками, який допомагає наочно оцінити і візуалізувати розподіл та взаємозв'язки між різними властивостями якості товару. За допомогою структурного графіку можливо проаналізувати і порівняти окремі показники, він дозволяє оцінити, які саме аспекти якості зразків текстильного взуття з конопель мають більший або менший вплив на загальну якість товару. Це допомагає виявити слабкі місця у взуттєвій продукції.

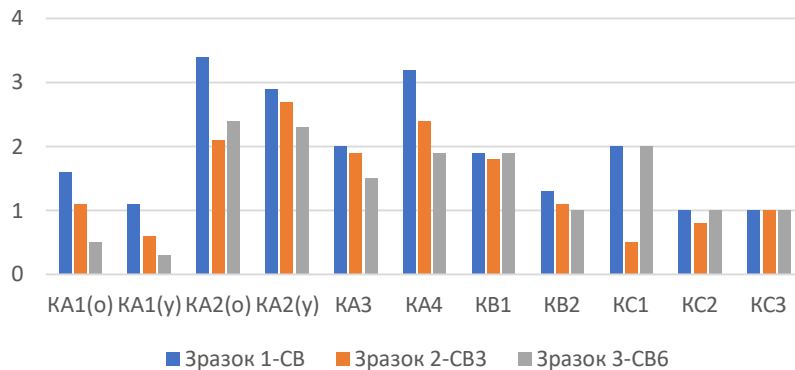


Рис. 2 – Структура показників якості порівнюваних зразків текстильного взуття з конопляного волокна: $KA_{1(o)}$ – розривне навантаження тканого полотна верху взуття за основою, $KA_{1(y)}$ – розривне навантаження тканого полотна верху взуття за пітканням, $KA_{2(o)}$ – подовження на момент розірвання тканого полотна верху взуття за основою, $KA_{2(y)}$ – подовження на момент розірвання тканого полотна верху взуття за пітканням, KA_3 – поверхнева густина тканого полотна верху взуття, KA_4 – стійкість до стирання тканого полотна верху взуття, KB_1 – гігроскопічність тканого полотна верху взуття, KB_2 – водонепроникність тканого полотна верху взуття, KC_1 – наявність дефектів, KC_2 – текстура тканого полотна верху, KC_3 – колір тканого полотна верху взуття.

Встановлено, що розроблений зразок взуття (СВ) відповідає нормативним вимогам і має кращі показники якості порівняно з еталонними аналогами:

- розривне навантаження перевищує мінімально допустимі значення та є вищим за еталонні зразки;
- стійкість до стирання становить понад 16000 циклів, що значно перевищує норматив;
- показники гігроскопічності та водонепроникності відповідають вимогам експлуатації;
- естетичні характеристики знаходяться на високому рівні.

Відносні показники якості свідчать про перевагу розробленого зразка за більшістю параметрів, що підтверджено графічною інтерпретацією структури показників.

Для визначення вагомості показників якості застосовано експертний метод. До оцінювання було залучено фахівців текстильної та взуттєвої галузі.



За результатами експертного оцінювання встановлено: найбільш вагомою є група надійності (0,59); значну роль відіграють показники ергономічності (0,19); естетичні властивості мають вагомість 0,25. Серед одиничних показників найбільшу вагу мають: видовження при розриві (до 0,24); водонепроникність (0,54 у своїй групі); відсутність дефектів (0,38).

На основі отриманих даних розраховано комплексний показник якості як середньозважену величину. Отримано такі результати: СВ – 2,13, СВ-3 – 1,78, СВ-6 – 1,64. Покращення якості розробленого взуття пояснюється використанням модифікованого конопляного волокна та оптимізованої структури тканого полотна. Це забезпечує підвищення міцності, зносостійкості та комфортності виробу. Збалансованість показників надійності, ергономічності та естетичності дозволяє сформувати конкурентоспроможний продукт, який відповідає сучасним вимогам ринку.

У результаті дослідження встановлено, що розроблене текстильне взуття з модифікованого конопляного волокна має високий рівень якості; комплексний показник якості (2,13) перевищує аналогічні показники еталонних зразків; найбільший вплив на якість мають показники надійності; використання модифікованого конопляного волокна є ефективним напрямом підвищення якості взуттєвих виробів. Таким чином, розроблене взуття є конкурентоспроможним та доцільним для впровадження у виробництво.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. [та ін.]. Коноплі : монографія. Суми : Видавничий будинок "Еллада". 2011. 384 с.
2. Бичківський Р. Управління якістю: навч. посібник. Львів.: ДУ «Львівська політехніка». 2000. 239 с.
3. Новосад В.П., Селіверстов Р.Г., Артım І.І. Кількісні методи експертного оцінювання : наук.-метод. розробка / уклад. К. :НАДУ. 2009. 36 с.

УДК 687.1

*Оксана ВОДЗІНСЬКА,
кандидат технічних наук, доцент кафедри технології моди,
Віталіна СТЕПАНЕЦЬ,
студентка,
Київський національний університет технологій та дизайну*

ЗАСТОСУВАННЯ 3D-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ ОДЯГУ

Традиційні методи проєктування одягу в умовах виробництва передбачають низку послідовних етапів: дизайн моделі, вибір матеріалів,



конструювання виробу, розробку лекал, виготовлення декількох фізичних експериментальних зразків для уточнення складних конструкції та дизайну моделі, що потребує значних ресурсів [1]. Цифрові технології 3D-проектування дозволяють мінімізувати ці витрати шляхом переходу до цифрового прототипування одягу та скорочення кількості фізичних експериментальних зразків.

Метою роботи є аналіз можливостей застосування 3D-технологій у процесі проектування одягу в умовах масового виробництва та висвітлення переваг їх застосування порівняно з традиційними методами на прикладі спеціалізованої програми Clo3D.

Дане програмне забезпечення дозволяє виконати проектування конструкції виробу, вибір цифрового матеріалу із налаштуванням параметрів тканини (поверхневої густини, еластичності, жорсткості, товщини, текстури поверхні тощо), змоделювати поведінку матеріалу у віртуальному середовищі. Однією з ключових переваг використання 3D-технологій є можливість віртуальної примірки одягу на цифровому аватарі, параметри якого можна регулювати та які відповідають реальним антропометричним даним. Все це дозволяє оцінити посадку виробу на фігурі, виявити недоліки конструкції, оцінити величини конструктивних прибавок та форму виробу з точки зору дизайну, підібрати варіанти декоративного оздоблення, строчок, фурнітури, регулювати їх місце розміщення тощо та внести відповідні корективи на етапі проектування (рис. 1) [2, 3].

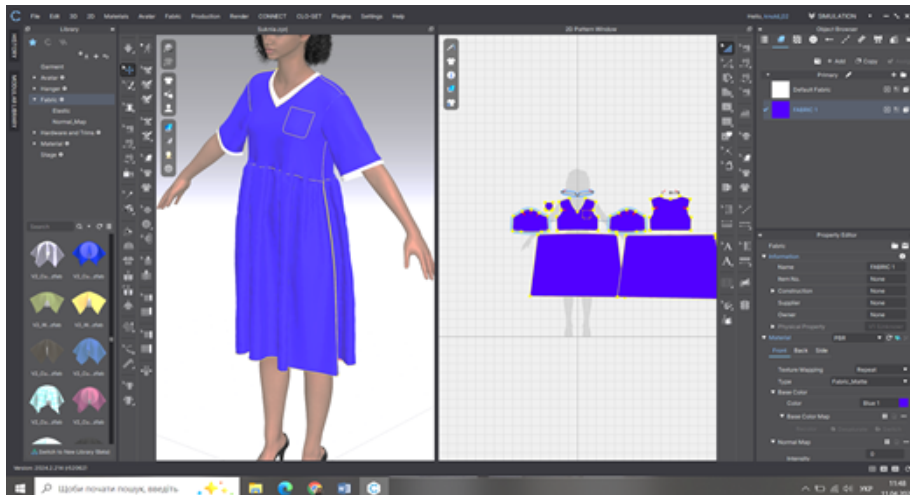


Рис. 1. Робоче вікно програми Clo3D

Також програма містить цифрові інструменти, за допомогою яких можна перевірити розтяжність матеріалу у виробі під час експлуатації (рис. 2), тиск на тканину за рахунок щільного прилягання одягу (рис. 3), ступінь натягу одягу на аватарі (рис. 4).

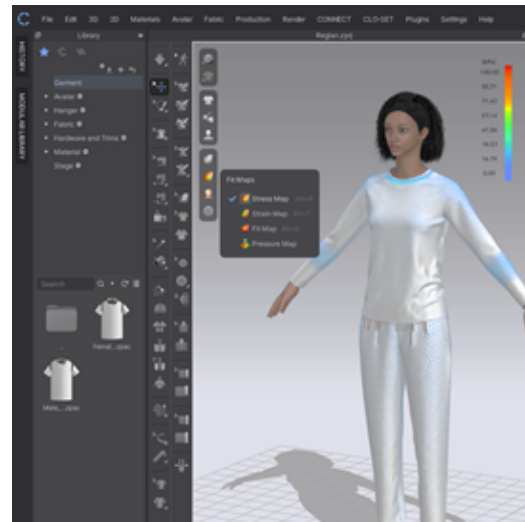
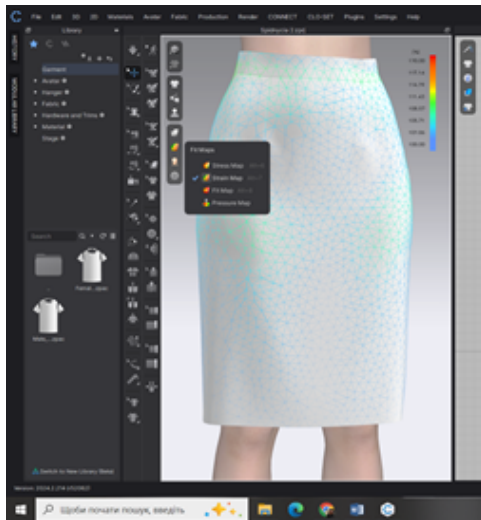


Рис. 2. Карта деформації STRAIN MAP Рис. 3. Карта напружень STRESS MAP



Рис. 4. Карта посадки FIT MAP

Однією з переваг застосування 3D-технологій є позитивний вплив на екологічність виробництва, оскільки у цьому випадку зменшуються витрати матеріалів на виготовлення кількох експериментальних зразків, а також відсутні відходи від їх виробництва. Це відповідає сучасним концепціям сталого розвитку та принципам «зеленої» економіки.

Водночас, впровадження 3D-технологій потребує відповідної високої підготовки фахівців та технічного забезпечення. Вартість ліцензійної версії програми є досить високою. Особливістю програми є проектування лекал без припусків на шви та подальше зшивання деталей у стик. Це не дозволяє відобразити у цифровому прототипі технологію виготовлення виробів. Лекала без припусків на шви не можуть бути застосовані у промисловому виробництві. Тому рекомендується використання програм цифрового 3D-прототипування одягу на масових підприємствах як цифрового інструменту на етапі дизайну.



Чимало компаній вже застосовують цифрові технології 3D-проектування одягу в своїй діяльності [4]. Деякі українські дизайнери співпрацюють дистанційно з закордонними підприємствами масового виготовлення одягу. Тоді етапи конструкторсько-технологічної підготовки виробництва будуть наступними: розробка цифрового прототипу у Clo3D; вибір цифрових матеріалів; оцінювання дизайну, конструктивних прибавок, форми виробу тощо; розробка рекомендацій для конструктора; вибір матеріалів; розробка конструкції та промислових лекал; виготовлення одного експериментального зразка.

Також доцільним є використання програм цифрового 3D-прототипування одягу в індивідуальному виробництві (ательє, шоу-руми, дизайнерські студії), коли має місце виготовлення одиничного виробу під розмірні ознаки клієнта та у випадку виготовлення виробу на замовлення без примірок (дистанційно).

Отже, застосування 3D-технологій у проектуванні одягу є ефективним інструментом оптимізації виробничого процесу. Їх використання відкриває нові можливості для розвитку галузі індустрії моди, зокрема у сфері цифрової моди та кастомізації продукту. Крім того, використання цифрових технологій сприяє покращенню комунікації між учасниками виробничого процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Березненко С. М., Водзінська О. І., Білоцька Л. Б., Лозовенко С. Ю. Технології експериментального та підготовчо-розкрійного виробництв швейної галузі: навч. посіб. Київ : КНУТД, 2023. 340 с. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/24485>
2. Clo3D. Офіційний сайт. URL: <https://www.clo3d.com/en/>
3. Кулешова С. Г., Захаркевич О. В., Домбровська О. М., Дітковська О. А., Мица В. В. Технології комп'ютерного проектування одягу. Харків: в-во Друкарня Мадрид, 2025. 353 с.
4. Компанії, що використовують Clo3D. URL: <https://theirstack.com/ru/technology/clo3d>

УДК 66.03

Віталій ВЯЗОВИК

д.т.н., професор

Геннадій СТОЛЯРЕНКО

д.т.н., професор

Черкаський державний технологічний університет



ОЗОННИЙ МЕТОД СИНТЕЗУ КИСНЕВМІСНИХ РАДИКАЛІВ ДЛЯ АБСОРБЦІЙНОГО ОЧИЩЕННЯ ГАЗІВ ВІД ОКСИДІВ АЗОТУ

При хемодеструкції чи видаленні токсичних домішок з технологічних газових потоків чи газів, що відходять, важливе значення мають велика реакційна здатність хімічних сполук, а також інтенсифікація дифузійних процесів. Найефективнішим методом прискорення хімічних процесів є використання високо реакційних реагентів – радикалів.

Кисневмісні радикали зустрічаються в різноманітних хімічних процесах: відіграють суттєву роль при горінні будь-якого палива; синтезуються при утворенні озонівих дір; утворюються в різноманітних хімічних процесах, в яких приймає участь озон. Великий інтерес представляють процеси синтезу кисневмісних радикалів при руйнуванні озону в водних розчинах, а також в електричних розрядних процесах, при яких вони утворюються в порівняно великій кількості. У більшості випадків присутність, а також висока реакційна здатність КВР у перерахованих хімічних процесах експериментально доведена.

Таким чином, актуальними з теоретичної і практичної точки зору є роботи, котрі направлені на дослідження синтезу кисневмісних радикалів, наприклад гідроксидного ($\text{HO} \cdot$) і гідропероксидного ($\text{HO}_2 \cdot$) радикалів, використання реакційної здатності їх в процесах горіння (при пригніченні утворення оксидів азоту), при взаємодії радикалів з оксидами азоту в газових потоках, що дає можливість ефективно знизити емісію токсичних викидів в навколишнє середовище.

Одним з розповсюджених джерел кисневмісних радикалів є озоновані водні розчини. Так при розкладанні озону на першій стадії відбувається утворення озонідного ($\text{O}_3^{\cdot -}$) чи супероксидного ($\text{O}_2^{\cdot -}$) радикалів, котрі „запускають” увесь механізм розкладання озону в присутності води.

Дослідження проводилися на лабораторній установці, яка складається з блоку отримання озono-повітряної суміші, блока абсорбції озону водою і блоку очищення газу від оксидів азоту.

Блок отримання озono-повітряної суміші використовувався той же, що і для пригнічення утворення токсичних сполук при горінні газоподібного палива.

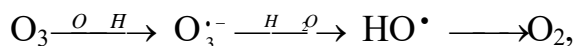
В блоці абсорбції озono-повітряна суміш пропускала через барботер, в якому озон поглинався водою. Час контакту озону з водою не перевищував 600 с. Озон, що не абсорбувався водою, розкладався в реакторі. рН розчину підтримували постійним за допомогою введення 0,01 Н розчину сірчаної кислоти і 0,01 Н розчину гідроксиду натрію.



Озонова вода через дозатор направлялася в верхню частину апарату розпилюючого типу, де вона вступала в контакт з модельною газовою сумішшю. В модельній газовій суміші підтримували концентрацію оксиду азоту (II) від 15 до 60 ppm, а оксиду азоту (IV) – 2-15 ppm. В наслідок взаємодії КВР з оксидами азоту утворювалися нітрат- і нітрит-іони. Тиск на лініях ротаметрів 1,4 підтримували моностатами і складав 1000 ± 5 кПа. Концентрацію оксидів азоту в модельованому газі підтримували в таких межах: оксид азоту (II) від 16 до 60 ppm, оксид азоту (IV) від 2 до 15 ppm. Концентрація озону в рідкій фазі становила приблизно $0,0002 \pm 0,000005$ моль/дм³.

В табл. 1 і на рис.1 наведені усереднені результати декількох серій досліджень по очищенні газів від оксидів азоту. Слід відмітити, що ці концентрації мінімальні для реальних димових газів. Однак з ростом концентрацій оксидів азоту, як показали дослідження росте до 90-92% і ступінь очищення газів при достатній кількості озону в рідкій фазі. Таким чином вибрані концентрації оксидів азоту можна вважати граничними для даного методу.

Процес очищення газу від оксидів азоту можна представити схемами:



Дані реакції мають досить високу константу швидкості час реакції при вибраних концентраціях оксидів азоту $1 \cdot 10^{-4}$ - $1 \cdot 10^{-5}$ с. Час реакції взаємодії озону з оксидами азоту при тих же умовах не перевищує $1 \cdot 10^{-1}$ - $5 \cdot 10^{-2}$ с.

Як видно з табл. 1 суттєво впливає на ступінь очищення газу від оксиду азоту рН розчину. Так при значенні рН= 6,7 (дистильована вода без додавання лугу) ступінь очищення від оксиду азоту (II) дуже мала і становить приблизно 40 % ,що досягається доокисненням оксиду азоту (II) озоном, що залишився і розчиненням його в воді.

Аналізуючи залежність очищення газу від оксидів азоту від молярного відношення O_3/NO (рис. 1) видно, що найбільша ступінь очищення досягається при мольному відношень в межах 20-30 при значенні рН=9. При інших значеннях рН і молярного відношення ступінь очищення значно нижча.



З усього сказаного можливо зробити висновок, що найбільше очищення як при проведенні дослідів, так і при проведенні математичного моделювання спостерігалось при $\text{pH}=11,67$, а найменше при $\text{pH}=6,7$ (дистильована вода).

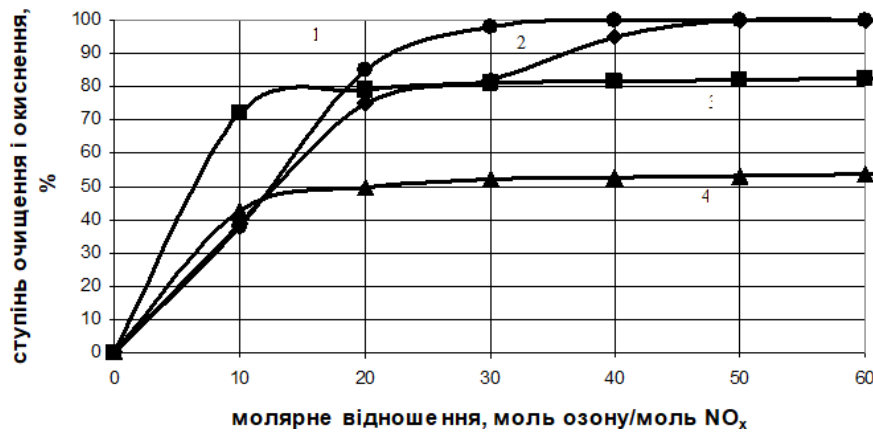


Рис. 1 - Залежність ступеню очищення і окиснення від молярного відношення

1 – $\text{pH}=9$ – очищення; 2 – $\text{pH}=9$ – окиснення; 3 – $\text{pH}=2,5$ – очищення; 4 – $\text{pH}=2,5$ – окиснення.



Таблиця 1.

Результати досліджень з очищення газів від оксидів азоту

№ п.п.	Час дослідд., с	Об'єм кубу, см ³	Концентрація озону в воді, моль/лм ³	pH	Об'ємна швидкість газу, см ³ /хв	Концентрація NO на вході, ppm	Концентрація NO ₂ на вході, ppm	Концентрація NO на вході, ppm	Концентрація NO ₂ на виході, ppm	Ступінь очищення від NO, %	Ступінь очищення від NO ₂ , %	Сумарна ступінь очищення, %
1	255	570	0,0002	6,7	1300	27,52	7,6	16,7	0,43	39,31	94,34	51,22
2	240	500	0,0002	11,19	1300	27,52	7,68	16,68	1,18	39,38	84,47	49,15
3	120	240	0,0002	11,34	1300	27,52	7,6	11,3	1,67	58,93	78,02	63,07
4	180	200	0,0002	6,7	1300	16,9	2,43	11,79	7,01	30,41	58,43	33,94
5	265	310	0,0002	11,27	1300	16,9	2,43	11,03	0,68	34,731	72,01	39,42
6	160	180	0,0002	11,34	1300	16,9	2,43	9,03	0,39	46,56	83,95	51,27
7	285	500	0,000205	11,25	1300	29,999	10,25	22,7	1,64	24,30	84	39,51
8	150	255	0,000205	11,34	1300	29,99	10,25	25,11	2,33	16,27	77,26	31,81
9	265	270	0,0002	6,7	1300	58,6	14,86	34,85	7,9	40,52	93,74	51,29
10	245	230	0,0002	10,74	1300	58,6	14,86	31,06	6,2	46,99	58,27	49,28
11	185	150	0,0002	11,34	1300	58,6	14,86	40,04	13,14	30,13	11,57	26,38



УДК 675.08:628.544

Юлія ГАЛЬЧЕНКО

*здобувач вищої освіти факультету торгівлі та маркетингу
(ОП «Митна справа»)*

Олена МОКРОУСОВА

*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри товарознавства та митної справи
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна*

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ У ВИРОБНИЦТВІ НАТУРАЛЬНОЇ ШКІРИ

Виробництво натуральної шкіри залишається базовою галуззю промисловості, яка забезпечує світ матеріалами для виготовлення взуття, одягу, галантереї та меблів. Забезпечення високого рівня якості взуттєвих та інших шкіряних матеріалів вимагає безперервного контролю параметрів на всіх етапах технологічного циклу, починаючи від консервування сировини і закінчуючи оздобленням готового виробу [2]. Водночас висока споживча цінність продукту супроводжується величезним екологічним навантаженням. Шкіряна промисловість належить до найбільш водомістких, енергоємних та хімічно небезпечних виробництв. Процес перетворення шкури в натуральну шкіру передбачає використання солей хрому, сульфідів, кислот, лугів та синтетичних дубителів. Внаслідок хіміко-механічної обробки утворюється значна кількість відходів. З кожної тонни сирої шкури лише двадцять відсотків перетворюється на готову шкіру. Решта вісімдесят відсотків стають промисловими відходами: обрізку, міздрею, хромовою стружкою та висококонцентрованими стічними водами. В умовах сучасної екологічної кризи традиційна лінійна парадигма виробництва вичерпала свій потенціал. Безальтернативним вектором розвитку галузі є перехід на принципи циркулярної економіки, де відходи розглядаються як цінна вторинна сировина для створення нових інноваційних продуктів [4].

Стратегічно найважливішим етапом у системі раціонального поводження з промисловими залишками є мінімізація їх первинного утворення у технологічному циклі. Впровадження чистих технологій дозволяє радикально знизити хімічне навантаження на біосферу та оптимізувати використання ресурсів [3]. Передовими підходами у цьому напрямку є технології зневолошування зі збереженням волосу, що зменшує концентрацію високотоксичних сульфідів у відпрацьованих рідинах. На етапі дублення, який визначає базові характеристики шкіри, обов'язковим є використання хімічних систем з максимально високим ступенем використання сполук хрому (III). Це



зводить до мінімуму перехід незв'язаних сполук хромоу (III) у стічні води. Альтернативним екологічним шляхом є масштабування безхромових методів дублення з використанням рослинних екстрактів, синтетичних дубителів або альдегідних сполук. Організація замкнутих циклів водопостачання та повна рециркуляція відпрацьованих дубильних розчинів є фундаментальною основою чистих технологій, що гарантує безпрецедентну економію води та хімічних матеріалів [3].

Незважаючи на ефективність превентивних заходів, утворення значних обсягів твердих відходів є технологічно неминучим. Ці відходи поділяються на недублені та дублені, що вимагає застосування різних інноваційних підходів до їх переробки. Недублені відходи, до яких належать голизна, міздря та обріз, акумулюють у своєму складі величезну кількість колагену та тваринних жирів. Сучасні технології біоконверсії дозволяють здійснювати глибоку переробку цієї органічної маси. Екстракція тваринних жирів з міздрі відкриває реальні перспективи для великотоннажного виробництва екологічно чистого біодизельного палива. Колагенова матриця недублених відходів після гідролітичної обробки успішно трансформується у високоякісний технічний та харчовий желатин або екстрагований колаген, медичні матеріали та косметичні інгредієнти. Продукти глибокого ферментативного розщеплення білка слугують ідеальною основою для синтезу ефективних органічних добрив та потужних біостимуляторів росту, які значно підвищують врожайність сільськогосподарських культур [4].

Дублені тверді відходи, такі як хромова стружка, обріз красту та готової шкіри, становлять набагато складнішу проблему. У їхній структурі наявні надзвичайно міцні хімічні зв'язки з іонами хрому. Захоронення таких відходів на звалищах становить пряму загрозу для довкілля через ризик неконтрольованого окислення безпечного тривалентного хрому до канцерогенного шестивалентного стану. Сучасні концепції пропонують використання ферментативного або лужного гідролізу для руйнування стабілізованої білкової матриці з метою розділення маси на рідку білкову фракцію та твердий хромовий залишок. Отриманий білковий гідролізат знаходить застосування у хімічній промисловості, а вилучений хром після регенерації повертається назад у процес дублення, що дозволяє замкнути виробничий цикл. Дуже поширеним шляхом є механічна переробка хромової стружки у композитні матеріали, зокрема у регенеровану шкіру. Цей матеріал масово використовується у взуттєвій промисловості для виготовлення внутрішніх жорстких деталей взуття, що гарантує збереження показників якості виробів та радикально зменшує обсяги відходів [2]. Також дублені відходи успішно слугують армуючими наповнювачами у виробництві сучасних будівельних матеріалів та теплоізоляційних панелей.

Найбільш фінансово витратним екологічним викликом для підприємств є очищення гігантських об'ємів виробничих стічних вод та безпечна утилізація



утворених осадів. Стічні води галузі характеризуються екстремально високим рівнем хімічного та біологічного забруднення. Процес їх очищення обов'язково включає механічну, фізико-хімічну та біологічну стадії. Внаслідок функціонування цих складних очисних комплексів щоденно генеруються колосальні обсяги обводненого осаду, який концентрує забруднювачі. Традиційні методи довготривалого складування таких мулів вимагають відчуження великих земельних площ, супроводжуються масовою емісією парникових газів та створюють ризик забруднення підземних вод. Впровадження шляхів раціонального використання цих осадів є критично важливою умовою забезпечення життєдіяльності підприємств галузі [1].

Найбільш перспективним вектором безпечної утилізації осадів стічних вод шкіряної промисловості є максимальне розкриття їхнього прихованого енергетичного потенціалу. Осади містять величезну частку органічної речовини, яка може бути конвертована на теплову або електричну енергію через отримання біогазу. Успішно апробованим біологічним методом є процес анаеробного зброджування вологих осадів. У герметичних реакторах органічна маса розкладається мікроорганізмами за відсутності кисню з утворенням цінного біогазу, що складається переважно з метану. Отриманий і очищений біогаз максимально ефективно спалюється у сучасних когенераційних установках для комбінованого виробництва електроенергії та технологічної пари, що суттєво підвищує загальну енергетичну автономність підприємства [1].

Поряд із біологічними методами активно вдосконалюються термохімічні технології утилізації осадів стічних вод, зокрема піроліз та газифікація. Вони перетворюють органічну масу на цінні енергоносії: піролізний газ, біонафту, синтез-газ та тверде біовугілля. Це дозволяє ефективно використовувати їх як екологічне паливо або сорбенти, перетворюючи збиткові очисні споруди на прибуткові енергетичні станції [1].

Отже, новітня філософія раціонального використання відходів вимагає комплексного переосмислення виробництва та створення матеріалів, здатних до швидкої біодеградації. Висока якість натуральної шкіри невіддільна від абсолютної екологізації. Лише інтегрований системний підхід (впровадження чистих технологій, глибока переробка твердих відходів і вилучення енергії з осадів) гарантує сталий розвиток галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сакалова Г. В. та ін. Утилізація осадів стічних вод шкіряної промисловості: енергетичні перспективи. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. 2025. № 1 (178). С. 51-57. DOI: <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-178-1-51-57>



2. Стецик Ю. В. Товарознавчі дослідження натуральної шкіри як складової управління якістю взуттєвими матеріалами. *Економіка і регіон*. 2025. № 1 (96). URL: <https://journals.nupp.edu.ua/eir/uk/article/view/3757>

3. Скиба М. Є. Чисті технології у шкіряному виробництві. *Technologies and Engineering*. 2025. № 5. С. 110-122. URL: <https://technologies-engineering.com.ua/web/uploads/pdf/110-122.pdf>

4. Kefale G. Y., Bizuneh B., Getachew L., Karthikeyan R. Innovative Pathways in Leather Industry: A Comprehensive Review of Sustainable Technologies and Strategies. *Journal of Scientific & Industrial Research*. 2025. Vol. 84, no. 6. P. 703-715.

УДК: 677.074:504.06

Ольга ГИЧ

*асистент кафедри товарознавства,
стандартизації та сертифікації*

*Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький, Україна*

Анастасія МИХАЛИК

*здобувачка другого (магістерського) рівня вищої освіти
кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації*

*Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький, Україна*

АНАЛІЗ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

Із розвитком легкої промисловості та швидкої плинності моди відбулося зростання обсягів виробництва та споживання текстильної продукції, що супроводжується значним використанням природних ресурсів і накопиченням текстильних відходів. Традиційні моделі виробництва, орієнтовані на використання первинної сировини, спричиняючи підвищене навантаження на довкілля, збільшення енергетичних витрат і виснаження ресурсної бази. Загалом, текстильною галуззю забруднюється до 10% викидами вуглекислого газу (CO₂), до 20% - водними ресурсами та понад 87% всього виробництва в результаті опиняється на звалищі або спалюється. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває впровадження принципів циркулярної економіки, які передбачають переробку матеріалів, повторне їх використання та зменшення кількості відходів [1,2].

Одним із найефективніших способів вирішення зазначених проблем є переробка використаних текстильних виробів та відходів швейних і інших



підприємств легкої промисловості як вторинної сировини. Такий підхід дасть змогу продовжити життєвий цикл матеріалів, знизити залежність від первинних ресурсів і підвищити екологічну безпеку виробництва. Проте для суттєвого покращення потрібні додаткові заходи, окрім лише збільшення обсягів переробки [3].

Питання рециклінгу текстильних відходів і волокон (зокрема перероблений поліетилентерефталат з пляшок, перероблена вовна, бавовна тощо) активно досліджується в контексті ресурсозбереження та екологізації промисловості. Наукові праці доводять, що застосування вторинної сировини сприяє скороченню енергетичних витрат, зменшенню обсягів виробничих відходів і формуванню замкнених виробничих циклів. Водночас, результати життєвого циклу сильно залежать від методології, меж системи та якості даних й потребують подальшого комплексного дослідження з урахуванням технологічних, екологічних, соціальних та економічних чинників [4].

Метою роботи є проведення аналізу життєвого циклу текстильних матеріалів із вторинної сировини та визначення їх екологічної й економічної ефективності у порівнянні з матеріалами первинної переробки.

У рамках даної роботи проведено аналіз життєвого циклу текстилю з вторинної сировини, що охоплює декілька взаємопов'язаних етапів: збирання відходів, сортування, перероблення, виробництво нових матеріалів, експлуатацію виробів та їх повторну утилізацію або рециклінг. На відміну від традиційної лінійної моделі виробництва, де матеріал після використання стає відходом, у циркулярній моделі він повертається до виробничого процесу.

На етапі збирання та сортування формується якість майбутньої вторинної сировини. Важливим є розділення матеріалів за волокнистим складом, кольором і ступенем зношення, що забезпечує ефективність подальшої переробки. Модифікація може здійснюватися механічним або хімічним методами. Механічний спосіб передбачає подрібнення текстильних відходів і формування нової волокнистої маси, тоді як хімічний дозволяє відновлювати полімерну структуру синтетичних матеріалів.

Виробництво текстильних матеріалів із регенованих волокон потребує значно менших витрат ресурсів порівняно з переробки первинної сировини. Це пояснюється тим, що частина технологічних процесів уже була реалізована під час попереднього використання матеріалу. У результаті зменшуються витрати води, енергії та допоміжних хімічних речовин [4].

Екологічна оцінка життєвого циклу показує, що застосування вторинної сировини дозволяє суттєво знизити рівень забруднення довкілля та скоротити обсяг текстильних відходів. Натомість, економічний ефект проявляється у зменшенні витрат на закупівлю сировини, транспортування та утилізацію відходів.

Для порівняння ефективності використання різних видів сировини наведено узагальнені дані в табл. 1.



Таблиця 1.

Порівняння ефективності використання первинної та вторинної сировини

Показник	Первинна сировина	Вторинна сировина
Споживання природних ресурсів	Високе	Значно зменшене
Енергетичні витрати	Значні	Нижчі завдяки повторній обробці
Обсяг виробничих відходів	Високий	Мінімізований за рахунок рециклінгу
Витрати на утилізацію	Потребують додаткових ресурсів	Скорочуються через повторне використання
Екологічний вплив	Значний	Знижений
Собівартість продукції	Вища через використання нової сировини	Нижча за рахунок ресурсозбереження
Можливість повторного використання	Обмежена	Багаторазова у межах замкнутого циклу

Використання вторинної сировини також сприяє розвитку інноваційних напрямів виробництва, зокрема створенню нетканих матеріалів, технічного текстилю, теплоізоляційних і наповнювальних матеріалів. Це дозволяє ефективно використовувати навіть низькосортні текстильні відходи.

Перспективи розвитку технологій рециклінгу пов'язані з автоматизацією процесів сортування, впровадження цифрових систем контролю, удосконаленням методів відновлення волокон і застосуванням принципів екодизайну. Проєктування виробів із урахуванням можливості їх подальшої переробки забезпечує формування замкнутого матеріального циклу і підвищує ефективність використання ресурсів [5].

Проведений аналіз життєвого циклу текстильних матеріалів, виготовлених із вторинної сировини, підтвердив їх вищу екологічну та економічну ефективність порівняно з матеріалами з первинної сировини.

Використання перероблених волокон дозволяє скоротити викиди парникових газів та водоспоживання, а також суттєво знизити загальне ресурсоспоживання. Екологічні переваги досягаються насамперед завдяки заміщенню енерго- та ресурсоемних процесів видобутку й первинного синтезу сировини.

З економічної точки зору застосування вторинної сировини сприяє зниженню собівартості продукції за рахунок скорочення витрат на закупівлю первинних ресурсів, транспортування та утилізацію відходів. Формування замкнених виробничих циклів підвищує ресурсоефективність підприємств легкої промисловості та створює додаткові можливості для розвитку інноваційних напрямів.

Отримані результати свідчать про доцільність широкого впровадження технологій рециклінгу текстильних відходів як важливого інструменту переходу



галузі до моделі циркулярної економіки та має базуватися на впровадженні інноваційних методів перероблення, автоматизації виробничих процесів, інтеграції екодизайну і формуванні ефективної системи управління текстильними відходами. Це створить передумови для переходу легкої промисловості до екологічно орієнтованої моделі виробництва, у якій економічна вигода поєднується з відповідальним використанням природних ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Sandin, G., & Peters, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. *Journal of Cleaner Production*, 184, 353–365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.266>.
2. Carvalho, C. (2025, 13 березня). *Продовження життєвого циклу текстильних виробів: сталий розвиток стратегії на майбутнє*. LinkedIn Україна. <https://ua.linkedin.com/pulse/extending-life-cycle-textile-products-sustainable-future-carvalho-y2lpf?tl=uk>.
3. Sandin, G., Lidfeldt, M., & Nellström, M. (2025). Exploring the environmental impact of textile recycling in europe: a consequential life cycle assessment. *Sustainability*, 17(5), 1931. <https://doi.org/10.3390/su17051931>.
4. Anceschi, A., Mossotti, R., & Patrucco, A. (2026). Assessing sustainability in the textile sector: A review of LCA, LCC, and S-LCA methodologies with a focus on polymeric textile materials and circular strategies along with future perspectives. *Polymers*, 18(4), 534. <https://doi.org/10.3390/polym18040534>.
5. de Moraes, F. M. B., Kulay, L., & Trianni, A. (2025). Integrating life cycle assessment and ecodesign to improve product effectiveness and environmental performance: a novel approach. *Sustainable Production and Consumption*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2025.02.006>.

УДК: 677.074:623.4

Ольга ГИЧ

*асистент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький, Україна*



ОГЛЯД ІННОВАЦІЙНОГО ТЕКСТИЛЮ ДЛЯ ОБОРОННОЇ СФЕРИ

Повномасштабна війна в Україні виявила нагальну необхідність у створенні високотехнологічних тканини з підвищеною міцністю, функціональністю та адаптивністю до екстремальних умов. Особливо актуальними є використання тканини з захисними властивостями, зокрема підвищеною водостійкістю, вогнестійкістю, антимікробністю, термоізоляційністю, захистом від ультрафіолету тощо.

Такі матеріали використовують для пошиття одягу спеціального призначення. Водостійкі та мембранні тканини забезпечують надійний захист від дощу, снігу та вологи, дозволяючи військовослужбовцям зберігати сухість і комфорт протягом тривалого часу у складних погодних умовах. Вогнестійкі матеріали критично важливі для зменшення ризику опіків при контакті з відкритим полум'ям, вибухами чи займанням. Антимікробне просочення запобігає розвитку бактерій і грибків в умовах обмеженої гігієни, тривалого носіння та підвищеної пітливості, що суттєво знижує ризик інфекцій і запальних процесів. Термоізоляційні властивості тканин дозволяють підтримувати оптимальний тепловий баланс організму як у сильні морози, так і під час різких перепадів температур, а захист від ультрафіолетового випромінювання стає необхідним для тривалого перебування на відкритій місцевості, запобігаючи опікам шкіри. У сукупності ці функціональні характеристики перетворюють сучасний військовий одяг на високотехнологічну захисну систему, яка безпосередньо впливає на виживання, здоров'я та бойову активність особового складу в умовах повномасштабної війни.

Метою даного огляду є аналіз інноваційних технологій модифікації текстильних матеріалів (ТМ) спеціального призначення.

Аналіз публікацій з вивчення спеціальних властивостей ТМ систематизовано за ключовими показниками з урахуванням типу тканини, режимів обробки та екологічності (див. таблиця).



Таблиця 1.

Сучасні ТМ спеціального призначення

Властивості ТМ	Склад тканини	Основні інгредієнти	Спосіб обробки, процес	Переваги/недоліки
Супергідрофобна поверхня з подвійним самоочищенням [7]	Бавовна	TiO ₂ прекурсори, стеаринова кислота (STA), PDMS (полідиметилсилоксан)	Ультразвукове in situ, вирощування наночастинок + поверхнева модифікація; фотокаталітична активація УФ	<i>Перевага:</i> відновлювана стеаринова кислота, самоочищення зменшує використання мийних засобів <i>Недоліки:</i> PDMS не біодеградується, можливе використання органічних розчинників.
Супергідрофобне/олеофобне покриття катіонним фторполіакрилатом [6]	Бавовна	Перфторгексилетил акрилат (С6-фтор), акрилові мономери, диметилділліламоній хлорид	Напівбезперервна емульсійна полімеризація (водна основа) + нанесення на тканину	<i>Переваги:</i> водна емульсія, <i>Недоліки:</i> персистентні PFAS-сполуки (фтор) створюють значний екологічний ризик.
Самодеконтамінуюче покриття на основі N-галаміну з наночастинками УФ-абсорбера для медичних халатів та військової форми [3]	Бавовна/нейлон, (САДРАТ, 181 г/м ²); Поліестер 100% (100 г/м ²)	5,5-диметилгідантоїн, 3-хлорпропілтріетоксисилан, DMF, етанол, NaOCl (для галогенування), ZnO наночастинки	Dip-coating (3% PSPH в етанолі), сушка 95°C, галогенування 0,25% NaOCl	<i>Переваги:</i> Акумуляюча система (відновлення хлору), масштабованість просочення. <i>Недоліки:</i> DMF і NaOCl токсичні й корозійні.



Продовження таблиці 1.

Імобілізація органічного каркасу лантанної-метал (Ln-MOF) для стійкої антимікробної та УФ-захисної флуоресцентної бавовняної тканини [2]	Бавовна (150 г/м ² , катіонізована)	Eu/Tb нітрати, 1,2,4-бензентрикарбоновий ангідрид (BTC), метанол, вода, NaOH, оцтова кислота	Катіонізація субстрату (120°C) + сольвотермальна іммобілізація (140°C)	<i>Переваги:</i> Водно-метанольна система, нетоксичні MOF, відсутність агресивних токсикантів. <i>Недоліки:</i> тривалий сольвотермальний процес.
Флуоресцентні та антимікробні похідні хінозоліну [5]	Бавовна (180 г/м ² , катіонізована)	Хінозоліно ві похідні (QD), хлороформ (CHCl ₃), DMSO, етанол, піперидин, ціанотіоацетамід	Катіонізація (150°C) + занурення в хлороформний розчин + термофіксація (140°C)	<i>Переваги:</i> антимікробні властивості <i>Недоліки:</i> високотоксичні леткі розчинники (хлороформ, DMSO).
Мікро/нано багатошарова структура тканини для радіаційного охолодження та інфрачервоного маскування [4]	Бавовна (135 г/м ²) + шар PA66 волокон	Мідні наночастинки (Cu NPs), поліамід 66 (PA66), polydopamine (PDA) як адгезійний місток	Гідротермальне/хімічне нанесення Cu NPs + екструзія PA66 волокон	<i>Переваги:</i> Відсутність фтору та важких токсикантів <i>Недоліки:</i> енергозатратне прядіння та синтез наночастинок.
Захисна тканина з хімічним захистом [1]	Ламінована тканина з активованим вугіллям (на основі віскози)	Активоване вугілля, полімерні клеї/ламінуючі матеріали	Ламінування активованого вуглецевого шару на текстильну основу	<i>Переваги:</i> Активоване вугілля - природний адсорбент, не токсичність. <i>Недоліки:</i> залежність від процесу активації вугілля (енергозатратний).

Огляд сучасних технологій свідчить про широкий діапазон багатofункціонального технічного текстилю з комплексним захистом поверхні, призначених для одягу військових та спеціального призначення. Для вітчизняної промисловості найбільш перспективним є масштабування методів dip-coating, in situ зростання та катіонізації бавовни, які легко адаптувати до виробництва. З екологічної точки зору пріоритетними є також високоефективні екологічно чисті технології Ln-MOF, зокрема ламінування активованим вугіллям.



ЛІТЕРАТУРА

1. Design & Characterization of Laminated Activated Carbon Fabric for Critical Military Applications. (2025). *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 50(4). <https://doi.org/10.56042/ijftr.v50i4.16819>
2. Emam, H. E., Abdelhameed, R. M., Darwesh, O. M., & Ahmed, H. B. (2025). Ln-MOF in production of durable antimicrobial and UV-Protective fluorescent cotton fabric for potential application in military textiles. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-84020-z>
3. Labonno, A. A., Arredondo Campos, R., Forgie, J., Gao, Y., de la Mata, P., Chainiau, F., ben Salah, M., Batcheller, J., Harynuk, J. J., & Dolez, P. I. (2025). Performance of N-Halamine-Based Self-Decontaminating Fabric Finish With UV Absorber Nanoparticles for Medical Gown and Military Uniforms. *Journal of Applied Polymer Science*. <https://doi.org/10.1002/app.57876>
4. Pan, C., Lang, L., Ran, J., Tang, X., Cheng, D., Cai, G., & Wang, X. (2025). Design of micro/nano multilayer structure based on fabric for radiative cooling and infrared stealth. *Progress in Organic Coatings*, 208, 109544. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2025.109544>
5. Sharmoukh, W., Marae, I. S., Bakhite, E. A., Ahmed, H. B., & Emam, H. E. (2025). Cutting edge for technical textiles (fluorescent, antibacterial and UV-protective) by incorporation of thienoisquinoline-quinazoline derivatives. *BMC Chemistry*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s13065-025-01504-3>
6. Shen, J., Lai, X., Chen, B., Wang, L., Xue, Y., Li, H., Guo, K., & Hu, S. (2025). Preparation and Performance Evaluation of Superhydrophobic, Oleophobic, and Breathable Fabrics Treated With Cationic Fluoropolyacrylate Finishing Agents. *Journal of Applied Polymer Science*. <https://doi.org/10.1002/app.57571>
7. Zhao, Y., Zhao, M., Liu, M., Guo, Y., & Zhou, H. (2025). Fabrication of a Robust Superhydrophobic Surface on Cotton Fabric with Dual Self-Cleaning Properties via In Situ Growth and Surface Modification. *Langmuir*. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.5c05254>

УДК 664.8/9

Д.В. ГОРЕЛКОВ

к.т.н., доцент

В.М. ЧЕРВОНИЙ

к.т.н., доцент

О.С. ГОРЕЛКОВА

інженер-технолог ТОВ «група ТФ»

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків



ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ СТАЛОГО ВИРОБНИЦТВА В М'ЯСОПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

Сучасні темпи розвитку харчової індустрії у всіх її проявах говорять про те, що є запит на розробку, створення та впровадження нових технологій у виробництво. При чому інновацій потребують як існуючі підприємства, так і ті, що тільки розробляються. Зараз ми можемо бачити, що набули розвитку та успіху потужні підприємства харчової промисловості, які здебільшого об'єднані у концерни або ті, що є представниками іноземних корпорацій. Але незважаючи на їх успіхи, потужний промисловий та рекламний потенціал продукція яку вони виробляють не завжди є бажаною для споживача. Хоча неможна не відзначити, що продукція цих гігантів є безпечною, різноманітною і в певному сенсі цікавою. Але останні опитування та дослідження, зокрема українського ринку, показують, що споживачі прагнуть інших видів продукції, більш повноцінних за споживчою цінністю, виробів з особливим асортиментом, продукції, за поясненням споживача, більш натуральної, тобто з мінімальною кількістю харчових добавок. Звісно, щоб забезпечити всі ці вимоги крупні виробники не можуть, адже строки зберігання продукції будуть суттєво зменшені і гарантія безпеки може бути суттєво знижена. Щодо інших показників, то забезпечити їх не дозволять виробничі умови адже потребують суттєвого переоснащення і гнучкості. Крім того впровадження технологічних інновацій та їх масштабування потребує суттєвих інвестицій, які в існуючих економічних умовах та перспективах не завжди є виправданими та цікавими для власника. Дещо інша ситуація спостерігається у малих підприємствах та крафтових виробництвах, які не мають такої потужної матеріальної бази, проте є більш гнучкими щодо можливостей впровадження техніко-технологічних інновацій.

Серед розмаїття таких виробництв слід виокремити підприємства, які спеціалізуються на виробництві м'ясної та рибної продукції на регіональному та місцевому рівні. Асортимент цих виробництв в певній мірі задовольняє потреби споживачів пропонуючи нові види продукції, які виходять іноді обмеженими партіями. Але ці підприємства мають свої технологічні питання виробничого характеру, які потребують вирішення. Для рибних та м'ясопереробних підприємств характерним є утворення значної кількості вторинної сировини, що потребує утилізації або переробки. В умовах малих підприємств це питання вирішується здебільшого за рахунок утилізації на полігонах або відправленні на переробку. І транспортування цих відходів, а точніше вторинної сировини лягає неприємним економічним тягарем. Серед усіх видів вторинної сировини найбільший відсоток займає кістковий залишок, який на малих підприємствах не переробляється. Для вирішення питання переробки ми пропонуємо в малих підприємствах та крафтових підприємствах застосувати додаткові технологічні ланки, які вписуються і законодавчо, і



технологічно. Ланки передбачатимуть технічне дооснащення варильним устаткуванням для проведення теплової обробки вторинної сировини та виготовлення м'ясних або рибних бульйонів, з подальшою їх концентрацією та реалізацією населенню. А також оснащення подрібнюючим обладнанням, зокрема розмелювальними механізмами, для подрібнення остиглої та відвареної кістки з подальшим сушінням подрібненої маси у сушильних установках з метою доведення суміші до стану м'ясо-кісткового та рибо-кісткового борошна, з подальшою реалізацією приватним фермерським товариствам або населенню при відгодівлі свійської худоби як джерело мінералів.

Поява таких виробничих ділянок дозволить провести раціональне використання вторинної сировини, розширити асортимент продукції, отримати додатковий прибуток від реалізації продуктів переробки, сприяти сталому розвитку харчової індустрії в руслі загальнодержавного напрямку.

Разом з кістковою масою переробки потребує і значна частина субпродуктів м'ясної сировини. Одним із видів сировини, що зазвичай не перероблялася на підприємствах м'ясної промисловості, є стравохід великої рогатої худоби та свиней. На підприємствах, що спеціалізуються на переробці м'ясної сировини, ця категорія субпродуктів або не переробляється взагалі, або переробляється за допомогою обладнання, яке умовно забезпечує очищення сировини з обов'язковою подальшою обробкою вручну. Спеціалізованого обладнання для обробки стравоходу на сьогодні немає, і пов'язано це з низкою проблемних питань технічного характеру: ручне очищення, мала продуктивність; пошкодження оболонки під час обробки, відсутність спеціалізованого устаткування. Питання очищення м'ясної сировини, у тому числі субпродуктів, слід розглядати як складний комбінований процес, який об'єднує низку інших, різних за характером та фізичною суттю. Пропонуємо для реалізації процесу очищення слизових субпродуктів, зокрема стравоходу, використовувати поєднання двох процесів: різання та гідравлічної обробки. Слід відзначити, що для очищення слизових субпродуктів на підприємствах м'ясної індустрії здебільшого використовуються саме комбіновані процеси.

Отже, для розв'язання завдання з розробки обладнання для очищення стравоходу яловичого та свинячого було проведено серію експериментальних досліджень із визначення основних процесних параметрів та отримання даних щодо конструкції робочих органів, процесу різання стравоходу під час очищення, характер руху та взаємодії механізмів для організації руху робочих органів апарата, що проектується. Якщо підвести підсумок під зазначеними для вирішення проблемними питаннями, то можна сказати, що наразі питання переробки кісткової сировини та слизових субпродуктів може бути вирішена в умовах крафтових виробництв з впровадженням оригінальних конструкцій обладнання.



УДК 7.012:687

*Оксана ДОМБРОВСЬКА,
канд.техн.наук, доцент
Хмельницький національний університет*

ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ОДЯГУ

Сучасна швейна промисловість функціонує в умовах високої конкуренції, швидкої зміни модних тенденцій та зростання вимог споживачів до якості продукції. Якщо раніше виробничий цикл створення одягу міг тривати декілька місяців, то сьогодні ринок fast fashion вимагає оновлення асортименту щотижня або навіть щоденно. У таких умовах традиційні методи проєктування одягу, що базуються переважно на ручній праці конструктора та дизайнера, поступово втрачають ефективність.

Розвиток цифрових технологій, штучного інтелекту, хмарних сервісів та автоматизованих систем управління виробництвом сформував новий підхід — інтелектуальне проєктування одягу. Воно передбачає використання алгоритмів аналізу даних, машинного навчання, комп'ютерного моделювання та цифрових платформ для створення виробів нового покоління.

На відміну від класичного дизайну, де рішення приймаються здебільшого інтуїтивно, інтелектуальне проєктування спирається на точні дані: статистику продажів, сезонні коливання попиту, антропометричні параметри цільової аудиторії, аналіз соціальних мереж, поведінку покупців у магазинах та інтернеті.

Проблематика цифровізації легкої промисловості в Україні активно розвивається в працях науковців. К. Л. Пашкевич, Б. О. Процик розглядають питання інтеграції smart-технологій у дизайн одягу [1-2]. У працях авторів визначено, що сучасний одяг поступово перетворюється з пасивного виробу на активну систему, здатну реагувати на зовнішні умови. Наприклад, спортивний одяг із сенсорами може фіксувати пульс, температуру тіла, рівень фізичного навантаження.

Окремий напрям українських досліджень присвячений цифровому одягу [3]. Також досліджується питання автоматизації конструкторської підготовки виробництва за допомогою САД-систем, які дозволяють створювати лекала, виконувати градацію розмірів та розкладки деталей із мінімальними втратами тканини [4].

У країнах ЄС, США, Японії, Південній Кореї та Китаї інтелектуальне проєктування одягу стало окремим науковим напрямом [5-6]. Американські дослідники вивчають генеративний дизайн, коли система штучного інтелекту створює нові форми одягу на основі тисяч попередніх моделей. Наприклад,



алгоритм аналізує архів суконь за 20 років і пропонує нові комбінації силуету, довжини, рукава та декоративних елементів.

У Японії велика увага приділяється персоналізованому одягу. Після 3D-сканування тіла покупця система автоматично будує індивідуальні лекала сорочки, жакета чи костюма. У Китаї впроваджуються системи прогнозування попиту. На основі продажів онлайн-магазинів штучний інтелект прогнозує, які кольори, фасони та розміри будуть найбільш затребуваними наступного сезону.

Інтелектуальне проектування одягу є багаторівневим процесом, у якому поєднуються творчі, аналітичні, конструкторські та виробничі рішення. На відміну від традиційного підходу, де більшість операцій виконуються послідовно вручну, сучасні цифрові системи дозволяють частину процесів здійснювати паралельно, що значно скорочує терміни виготовлення виробу. Кожен етап формує інформаційну основу для наступного, а результати роботи накопичуються в єдиній цифровій базі підприємства.

Першим і надзвичайно важливим етапом є збір та обробка інформації. Саме тут формується розуміння того, який виріб необхідно створити, для кого він призначений та які вимоги повинен задовольняти. Штучний інтелект здатний опрацьовувати тисячі позицій товарів і виявляти закономірності, які складно визначити вручну. Якісно проведений аналіз знижує ризик випуску непотрібної продукції та підвищує точність комерційного планування.

На концептуальному етапі формується художньо-естетична ідея виробу або колекції. На основі зібраних даних дизайнер разом із цифровою системою створює концепцію майбутнього продукту. Сучасні системи можуть автоматично формувати moodboard, пропонувати актуальні кольорові поєднання та навіть прогнозувати популярність певного стилю. Саме на цьому етапі визначається ринкова привабливість майбутнього виробу.

Після формування концепції запускається етап генерації дизайнерських рішень. Алгоритми штучного інтелекту можуть створювати десятки або сотні варіантів моделей за заданими параметрами. Дизайнер у цьому процесі виступає експертом, який відбирає найкращі варіанти та адаптує їх до потреб бренду а генеративні системи суттєво розширюють творчі можливості та скорочують час пошуку ідеї.

На конструкторському етапі художній задум перетворюється на точну технічну документацію. Застосовуються САД-системи, які автоматизують побудову лекал. Система враховує властивості тканини: розтяжність, товщину, усадку, щільність. Автоматизація цього етапу зменшує кількість конструктивних помилок та пришвидшує підготовку виробництва.

Після створення лекал формується цифровий зразок виробу. Виріб «одягається» на віртуальний манекен або аватар конкретного споживача. Це дає змогу відмовитися від частини фізичних зразків та значно економити ресурси.

На основі затвердженої конструкції створюється технологічна схема виготовлення виробу. Програма може рекомендувати замінити ручну операцію



автоматизованою, скоротивши час обробки виробу. Інтелектуальні системи автоматично розраховують собівартість виробу та запропонують більш економічні способи виготовлення.

Отже, інтелектуальне проєктування одягу є закономірним етапом розвитку швейної галузі в умовах цифрової економіки. Воно поєднує творчість дизайнера з точністю алгоритмів та можливостями автоматизації. Аналіз наукових джерел свідчить, що найбільш перспективними напрямками є генеративний дизайн, цифрові двійники споживачів, smart clothing та персоналізоване виробництво. Для українських підприємств впровадження таких технологій є важливим фактором підвищення конкурентоспроможності на міжнародному ринку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Люклян, Н. Р., & Пашкевич, К. Л. (2026). Сучасні інноваційні рішення для комплексного дизайну смартодягу. *Український мистецтвознавчий дискурс*, (1), 175–185. <https://doi.org/10.32782/uad.2026.1.20>.

2. Пашкевич, К. Л., CHEN, Y., & Процик, Б. О. (2023). Intelligent wearable technologies in clothing design: modern direction and strategies of development. *Art and Design*, (1), 25–33. <https://doi.org/10.30857/2617-0272.2023.1.2>

3. Мица В., Домбровська О. Функції одягу та вимоги до якості: від фізичного до цифрового. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*. 2025. No 347(1). С. 256-262. DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-347-34>.

4. Кулешова, С., Краснюк, Л., & Домбровська, О. (2026). Інноваційні підходи до дизайн-проєктування дитячого одягу. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 361(1), 390-402. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2026-361-55>

5. Tang C., Yi W., Xu M., Jin Y., Zhang Z., Chen X., Occhipinti L. G. A deep learning-enabled smart garment for accurate and versatile monitoring of sleep conditions in daily life. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2025. No 122(7). e2420498122. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.2420498122>.

6. Zhang, Y., & Liu, C. (2024). Unlocking the potential of artificial intelligence in fashion design and e-commerce applications: The case of Midjourney. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 19(1), 654–670. <https://doi.org/10.3390/jtaer19010035>.



УДК 664.002.5:621.9.02

Володимир ДУБ,
канд. техн. наук, доц.,
доцент кафедри економіки підприємництва
та готельно-ресторанної справи,
Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький.
Ігор ЛЕБЕДИНЕЦЬ,
канд. техн. наук, доц., доцент кафедри обладнання
та інжинірингу переробних і харчових виробництв,
Державний біотехнологічний університет. м. Харків
Дмитро ДМИТРЕВСЬКИЙ,
канд. техн. наук, доц., доцент кафедри обладнання
та інжинірингу переробних і харчових виробництв,
Державний біотехнологічний університет, м. Харків.

ВДОСКОНАЛЕННЯ РІЗУЧОГО МЕХАНІЗМУ КУТЕРА

У сучасних умовах харчова промисловість та ресторанний бізнес орієнтуються на підвищення енергоефективності технологічного обладнання. До найбільш енергоємних операцій належить кутерування, що представляє собою процес інтенсивного диспергування м'ясної сировини після попереднього грубого подрібнення. При цьому основні витрати енергії пов'язані з подоланням сил опору різанню та тертя між боковими поверхнями ножа і продуктом. Тому вдосконалення конструкції різальних інструментів кутерів шляхом оптимізації їх геометричних параметрів є актуальним напрямом вирішення завдання зниження енергоспоживання та експлуатаційних витрат.

Аналіз наукових і патентних джерел свідчить, що опір різанню м'яса залежить від його виду, вмісту сполучних тканин, вологості, температури та ступеня заморожування [1]. Наприклад, для замороженої сировини або продуктів з великою кількістю сухожилля цей показник може зростати на 40...60 %, що підвищує вимоги до міцності леза.

Для проведення процесу подрібнення кут загострення леза ножа обирають залежно від типу сировини: для напівжирної свинини достатньо 25° , для яловичини з сухожиллями – $32...35^\circ$ [2]. Експериментальними дослідженнями встановлено, що збільшення кута загострення з 20° до 30° підвищує зносостійкість на 50...80 %, однак енерговитрати зростають на 15...25 %. Таким чином, оптимізація зводиться до балансу між стійкістю інструменту та енергоспоживанням.

Слід відмітити, що форма спуску леза ножа суттєво впливає на процес подрібнення. Клиноподібний профіль створює бічне стиснення продукту, що



збільшує тертя. Випуклі спуски забезпечують краще відведення матеріалу. Увігнуті спуски мінімізують площу контакту, але менш стійкі до твердих включень. Перспективними є комбіновані профілі ножів, що поєднують увігнуту верхню частину для зменшення маси і об'єму, та опуклий мікропрофіль біля кромки для підвищення міцності [3].

Одним з інноваційних напрямків є відмова від прямої різальної кромки. Зокрема, хвилеподібні та серпоподібні леза забезпечують розподіл навантаження в часі та просторі, згладжують пульсації моменту на валу двигуна, та знижують пікове енергоспоживання.

Важливим аспектом в процесі кутерування є тепловиділення внаслідок тертя між кромкою ножа та фаршем. Нагрівання м'яса понад 10...12 °С спричиняє денатурацію білків, погіршення водозв'язувальної здатності та органолептичних властивостей фаршу. Завдяки оптимізації конструкції ножа з метою мінімізації тертя можна досягти безпосереднього покращення якості готового продукту.

Метою дослідження авторів є підвищення енергоефективності та якості процесу кутерування шляхом розробки нової конструкції робочого органу кутера з оптимізованими геометричними параметрами.

Як відомо, енергія різання описується рівнянням, де коефіцієнт, що залежить від геометрії леза, помножений на площу зрізу та питомий опір зсуву продукту, визначає загальні витрати. Тобто, зниження енерговитрат можливо досягти мінімізацією цього коефіцієнта завдяки оптимізації геометрії та доцільно підібраного профілю ножа.

У промислових конструкціях кутерів, як правило застосовують ножі зі спіральною або ламаною різальною кромкою. Вигнута форма забезпечує кінематичне загострення, коли ефективний кут різання стає меншим за фізичний завдяки зміні співвідношення нормальної та тангенціальної складових швидкості вздовж кромки [4]. Однак використання таких ножів також призводить до дещо підвищеного енергоспоживання через недостатньо оптимізовану взаємодію бічних поверхонь ножа з продуктом.

На основі проведених досліджень розроблено нову конструкцію ножа кутера та подано заявку на корисну модель (№ u202504982). За прототип взято ніж серповидної форми з двостороннім заточуванням [5].

Запропоноване рішення передбачає комплексну модифікацію геометрії різального краю та тіла ножа. Робоча кромка проектованого ножа виконана у вигляді дуги кола зі зміщеним центром, де одна сторона залишається рівною, протилежна має багаторівневий пилкоподібний профіль. При цьому основні зубці доповнені вторинними канавками та зубцями з меншим кроком. Це забезпечує ефект розчленованого зрізу, коли основний зубець розподіляє напруження, а мікрозубці подрібнюють волокна, що знижує загальний опір.

Для зменшення тертя бічної поверхні об фарш виконано перфорацію тіла ножа циліндричними отворами, осі яких нахилені під кутом до площини ножа.



Таке рішення скорочує площу контакту, знижує силу тертя та створює додаткові різальні кромки по краях отворів. Скошений край кожного отвору працює як мікролезо, що полегшує заглиблення в продукт. Похиле розташування отворів сприяє утворенню мікропотоків фаршу, які відводять подрібнену масу від зони різання. Це зменшує ефект налипання та гідродинамічний опір.

У поперечному перерізі різальний край ножа має асиметричний профіль. З боку пилкоподібної кромки утворена хвиляста поверхня, а з протилежного боку – плоска. Плоска поверхня слугує опорою для відновлення гостроти шляхом переточування на стандартному обладнанні. При цьому асиметричність зменшує бічний тиск на продукт порівняно з симетричними клиноподібними ножами.

Принцип дії комбінованого ножа ґрунтується на поєднанні ефектів. Багаторівнева пилкоподібна кромка ефективно розриває сполучні тканини, перфороване тіло знижує прилипання фаршу та гідродинамічний опір, а зменшення маси ножа позитивно впливає на динаміку. Сумарний результат – це зниження споживаної потужності привода та мінімізація переходу механічної енергії в тепло, що запобігає перегріву сировини та зберігає якість фаршу.

Підводячи висновки можна сказати, що використання традиційних ножових систем в кутерах не повністю забезпечує належного рівня продуктивності. У розробці, представленій у заявці № u202504982 запропоновано інноваційне рішення, що поєднує багаторівневу пилкоподібну заточку зі змінним кроком та систему похилої перфорації корпусу. Така конструкція сприяє реалізації розчленованого зрізу сполучних тканин, зменшенню площі контакту між лезом і продуктом та зниженню гідродинамічного опору в зоні обробки.

Технічна новизна такого рішення полягає у раціональному комбінуванні основного леза з допоміжними різальними елементами, що забезпечує оптимізацію процесу руйнування структури продукту та мінімізацію частки енергії, яка трансформується у теплову. Практична значущість запропонованої конструкції полягає у зниженні енергоспоживання та експлуатаційних витрат при незмінній якості кінцевого продукту. Таким чином, запропоноване технічне рішення може бути розглянуте як перспективний напрям удосконалення обладнання для високоефективної механічної обробки м'ясної сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Дейниченко Г. В., Простаков О. О., Дуб В. В. Удосконалення процесів переробки м'ясної сировини в підприємствах харчування : монографія. Харків : ХДУХТ, 2003. 237 с.



2. Дуб В. В. Вдосконалення процесу подрібнення харчової сировини та обладнання для його реалізації на підприємствах харчування : дис. канд. техн. наук. Харків: ХДУХТ, 2002. 237 с.

3. Пат. 112233 Україна, МПК В02С 18/20. Робочий орган куттера [Текст] : пат. на корисну модель / Борисенко О. М., Петренко С. В. ; заявник і патентовласник Харківський державний університет харчування та торгівлі. – № u201611234 ; заявл. 15.11.2016 ; опубл. 10.05.2017, Бюл. № 9.

4. Моделювання технологічних процесів і обладнання переробних підприємств АПК: Монографія / В.Ю. Сухенко, Ю.Г. Сухенко, В.В. Сарана, М.М. Муштрук / за ред. д.т.н. Сухенка В.Ю. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. С. 48.

5. Пат. 116156 Україна, МПК В02С 18/20. Ніж куттера [Текст]: пат. на корисну модель / Батраченко О. В. ; заявник і патентовласник Батраченко О. В. – № 201601234 ; заявл. 18.03.2016 ; опубл. 12.02.2018, Бюл. № 3.

УДК 677.0017

Валентина ЄВТУШЕНКО,

к.т.н., доцент,

*доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

Марія РАСТОРГУЄВА,

к.т.н., доцент,

*доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
Херсонський національний технічний університет, м. Хмельницький*

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОЄКТУВАННЯ ПРЯЖІ ТА ВИКОРИСТАННЯ РЕЦИКЛЬОВАНИХ ВОЛОКОН В УКРАЇНІ

У сучасних умовах розвитку текстильної промисловості зростає потреба в удосконаленні підходів до проєктування пряжі, що зумовлено посиленням конкуренції, технологічним прогресом та зміною вимог ринку. Виробники прагнуть поєднати високу якість продукції зі зниженням витрат, що вимагає більш точного й науково обґрунтованого підходу до формування структури пряжі.

Одночасно розширюється асортимент волокон – натуральні, синтетичні, змішані та рецикльовані матеріали, що значно ускладнює структуру пряжі та вимагає науково обґрунтованих підходів до формування її складу.

Це зумовлює активне створення різноманітних волокнистих сумішей, у яких поєднуються переваги різних типів сировини. Завдяки цьому стає можливим цілеспрямовано регулювати властивості пряжі, зокрема її міцність, еластичність, зносостійкість, гігроскопічність та зовнішній вигляд.



Формування сумішей дозволяє не лише покращити експлуатаційні характеристики готової продукції, а й оптимізувати витрати сировини, замінюючи частину дорогих волокон більш доступними аналогами без суттєвої втрати якості. Особливої актуальності набуває використання рецикльованих волокон, які потребують ретельного підбору компонентів суміші для компенсації можливого зниження їхніх властивостей. У зв'язку з цим процес створення сумішей вимагає точного розрахунку співвідношення компонентів і врахування їх взаємодії, що забезпечує отримання пряжі із заданими характеристиками та стабільною якістю.

Водночас в Україні вже формуються практичні передумови для ширшого використання такої сировини. Зокрема, функціонують підприємства, що здійснюють переробку текстильних відходів шляхом їх розволокнення з отриманням вторинного волокна, придатного для подальшого застосування у виробництві пряжі [1]. Поряд із цим розвивається і напрям переробки полімерної сировини, де виготовляють синтетичні волокна, зокрема поліефірні, із вторинних матеріалів, таких як використані ПЕТ-вироби [2]. Це свідчить про наявність вітчизняної сировинної бази рецикльованих волокон і створює можливості для їх активнішого впровадження у сумішні композиції, сприяючи розвитку ресурсоефективного та екологічно орієнтованого виробництва пряжі.

Разом із тим, виробництво та використання рецикльованих волокон супроводжується низкою проблем. Насамперед це зниження їхніх фізико-механічних властивостей порівняно з первинною сировиною, що обумовлено пошкодженням волокон під час експлуатації та переробки. Важливим обмеженням є також нерівномірність якості вторинної сировини, яка залежить від складу та стану відходів, що ускладнює забезпечення стабільних характеристик пряжі. Додаткові труднощі пов'язані з необхідністю ретельного сортування матеріалів, особливо у випадку змішаних тканин, а також із обмеженою ефективністю існуючих технологій переробки. Окрім цього, стримуючим фактором залишається недостатній рівень розвитку систем збору текстильних відходів і потреба у значних інвестиціях для модернізації виробництва. У сукупності ці проблеми зумовлюють необхідність подальших досліджень і вдосконалення технологічних рішень у сфері використання рецикльованих волокон.

Для подолання проблем, що виникають у виробництві та використанні рецикльованих волокон, доцільно застосовувати комплекс заходів, спрямованих на підвищення якості сировини, ефективності переробки та розвитку інфраструктури. Одним із ключових напрямів є модернізація технологій переробки: впровадження сучасного обладнання для делінування, очищення та вирівнювання волокон дозволяє мінімізувати пошкодження структури та покращити фізико-механічні властивості вторинної сировини, підвищуючи при цьому продуктивність та знижуючи втрати матеріалу. Не менш важливим є вдосконалення систем сортування та класифікації відходів,



зокрема створення автоматизованих ліній, що розподіляють текстильні та полімерні відходи за типом, складом і якістю, забезпечуючи більш однорідну вторинну сировину та стабільні характеристики готової пряжі.

Одночасно необхідно оптимізувати суміші волокон, науково обґрунтовано підбираючи пропорції змішаних і рецикльованих компонентів, що дозволяє компенсувати слабкі сторони вторинної сировини та покращувати експлуатаційні властивості продукції. Розвиток систем збору відходів через регіональні та корпоративні програми сприяє підвищенню доступності вторинної сировини й зменшенню її нерівномірності. Крім того, важливо залучати інвестиції для модернізації виробництва та навчати персонал сучасним технологіям переробки, що підвищує ефективність виробничих процесів і забезпечує стабільну якість продукції.

Не менш значущим є розвиток наукових досліджень і впровадження інновацій у матеріалознавстві та хімічній обробці волокон, що відкриває можливості для створення нових методів підвищення міцності, еластичності та довговічності рецикльованих волокон. Реалізація цього комплексу заходів дозволяє забезпечити стабільну якість пряжі з вторинних матеріалів, зменшити втрати сировини, підвищити економічну ефективність виробництва та сприяти екологічній безпеці текстильної промисловості.

Таким чином, сучасна текстильна промисловість вимагає науково обґрунтованого підходу до формування пряжі, що дозволяє поєднувати високу якість продукції з оптимізацією витрат. Використання натуральних, синтетичних, змішаних та рецикльованих волокон стимулює створення різноманітних сумішей для регулювання фізико-механічних та експлуатаційних властивостей пряжі. В Україні вже існує база для виробництва рецикльованих волокон із текстильних відходів і вторинних полімерів, що відкриває потенціал для ресурсоефективного та екологічно орієнтованого виробництва. Проте вторинна сировина часто характеризується зниженим рівнем якості, нерівномірністю характеристик і обмеженою ефективністю технологій, що потребує комплексного підходу. До ключових заходів подолання цих проблем належать модернізація обладнання, оптимізація сумішей, розвиток систем збору та сортування відходів, підготовка персоналу та впровадження науково-технічних інновацій, що забезпечує стабільну якість продукції та підвищує економічну й екологічну ефективність виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Re:inventex – Переробка текстильних відходів та циркулярні рішення в Україні. Re:inventex – Переробка текстильних відходів та циркулярні рішення в Україні. URL: <https://www.reinventex.com.ua/>
2. Вторинні полімери. *Flexx*. URL: <https://flexx.com.ua/ua/fiber>



УДК 343.983:615.214

Ірина ЗАВАЛЬНИЦЬКА

*завідувач відділу досліджень матеріалів, речовин і виробів
завідувач сектору дослідження НЗПРАП
Херсонський НДЕКЦ МВС України*

ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО ДОСЛІДЖЕННЯ НАРКОТИЧНИХ ЗАСОБІВ У СИСТЕМІ СУДОВО-ЕКСПЕРТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

У сучасних умовах стрімкого розвитку незаконного обігу наркотичних засобів, психотропних речовин та прекурсорів особливої актуальності набуває вдосконалення методів їх виявлення, ідентифікації та дослідження. Судово-експертна діяльність, зокрема в системі науково-дослідних експертно-криміналістичних центрів (НДЕКЦ), відіграє ключову роль у забезпеченні доказової бази в кримінальних провадженнях, пов'язаних із незаконним обігом наркотиків.

З огляду на постійне оновлення асортименту синтетичних наркотичних речовин та появу нових психоактивних сполук, традиційні методи аналізу потребують модернізації та доповнення інноваційними підходами. Саме тому впровадження сучасних аналітичних технологій є важливим напрямом розвитку судової експертизи.

Актуальність проблеми

Ринок наркотичних засобів характеризується високою динамічністю. З'являються нові синтетичні речовини, які часто мають змінену хімічну структуру з метою обходу законодавчого контролю. Це значно ускладнює процес їх виявлення та ідентифікації.

До основних проблем належать:

- швидка поява нових психоактивних речовин (NPS);
- відсутність еталонних зразків для порівняння;
- складність хімічного складу багатокomпонентних сумішей;
- необхідність швидкого отримання достовірних результатів.

У цих умовах зростає потреба у впровадженні сучасних технологій, які забезпечують високу точність, чутливість та оперативність досліджень.

Сучасні методи дослідження наркотичних речовин

У практиці НДЕКЦ застосовується комплекс фізико-хімічних методів аналізу, серед яких:

1. Хроматографічні методи

Газова хроматографія (ГХ) та рідинна хроматографія (ВЕРХ) дозволяють розділяти складні суміші на окремі компоненти. У поєднанні з мас-спектрометрією ці методи забезпечують високу точність ідентифікації речовин.



2. Мас-спектрометрія

Є одним із найбільш інформативних методів, що дозволяє визначати молекулярну масу та структуру речовини. Використовується для підтвердження результатів хроматографічного аналізу.

3. Інфрачервона спектроскопія (ІЧ)

Дає змогу визначати функціональні групи у складі молекули та є ефективною для швидкої ідентифікації відомих речовин.

4. Тонкошарова хроматографія (ТШХ)

Використовується як експрес-метод для попереднього аналізу, особливо в умовах обмеженого часу.

5. УФ-спектроскопія

Застосовується для кількісного та якісного аналізу окремих груп речовин.

Інноваційні технології у дослідженні наркотиків

Сучасний етап розвитку судової експертизи характеризується активним впровадженням інноваційних технологій:

1. Високороздільна мас-спектрометрія (HRMS)

Дозволяє ідентифікувати навіть невідомі речовини без наявності еталонних зразків, що особливо важливо при дослідженні нових психоактивних сполук.

2. Портативні аналітичні прилади

Розвиток мобільних лабораторій та портативних спектрометрів дає можливість проводити первинний аналіз безпосередньо на місці події.

3. Бази даних та цифрові системи

Використання міжнародних спектральних бібліотек та автоматизованих систем ідентифікації значно прискорює процес дослідження та підвищує його точність.

4. Штучний інтелект та машинне навчання

Алгоритми аналізу даних дозволяють прогнозувати структуру нових речовин, аналізувати великі масиви спектральної інформації та автоматизувати процес ідентифікації.

5. Методи неразрушаючого контролю

Такі як Раман-спектроскопія, що дозволяє досліджувати речовини без їх руйнування та попередньої підготовки.

Практичне значення для діяльності НДЕКЦ

Впровадження інноваційних технологій у діяльність НДЕКЦ має низку переваг:

- підвищення достовірності експертних висновків;
- скорочення часу проведення досліджень;
- можливість ідентифікації нових та модифікованих наркотичних речовин;
- зменшення впливу людського фактора;
- підвищення рівня доказової бази у кримінальних провадженнях.



Для Херсонського НДЕКЦ це особливо актуально з огляду на регіональні особливості та необхідність оперативного реагування на нові виклики.

Проблеми та перспективи розвитку

Попри значні досягнення, існують певні труднощі:

- висока вартість сучасного обладнання;
- необхідність постійного навчання персоналу;
- обмежений доступ до міжнародних баз даних;
- потреба у стандартизації методик.

Перспективи розвитку полягають у інтеграції з міжнародними інформаційними системами; розширенні спектру застосовуваних методів; автоматизації експертних досліджень; впровадженні єдиних стандартів аналізу.

Інноваційні технології відіграють ключову роль у розвитку судово-експертної діяльності у сфері дослідження наркотичних засобів. Їх впровадження дозволяє підвищити ефективність, точність та оперативність експертних досліджень.

Сучасні виклики, пов'язані з появою нових психоактивних речовин, вимагають постійного вдосконалення методів аналізу та впровадження новітніх наукових досягнень у практику НДЕКЦ.

Таким чином, розвиток інноваційних підходів у дослідженні наркотичних засобів є необхідною умовою забезпечення ефективної боротьби з їх незаконним обігом та підвищення рівня криміналістичного забезпечення правосуддя.

УДК 004:339.138];339.37

*Мілена ЗАЙЦЕВА,
студентка 3 курсу*

Катерина ЛАДИЧЕНКО,

*кандидат економічних наук, доцент, доцент кафедри світової економіки
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ*

ТРЕНДИ ОН-ЛАЙН МАРКЕТИНГУ РОЗДРІБНИХ ТОРГОВЕЛЬНИХ МЕРЕЖ

Традиційний маркетинг, зокрема друкована реклама, телерадіомовлення чи пряма поштова розсилка, поступово поступається місцем он-лайн-маркетингу, або цифровому маркетингу, який дозволяє взаємодіяти зі споживачами там, де вони перебувають щодня — у смартфонах, ноутбуках і планшетах. Використовуючи різноманітні цифрові канали, такі як вебсайти, електронна пошта та соціальні мережі, онлайн-маркетинг спрямований на просування товарів і послуг, стимулювання продажів і підвищення впізнаваності бренду.



Переважаючі он-лайн-маркетинг у структурі загальних маркетингових витрат відображено у рис. 1, яка демонструє обсяги витрат на маркетинг у провідних світових ринках. Зокрема, до найбільших ринків належать США, Китай, Велика Британія, Японія та Німеччина. Середнє значення дорівнює 74,2%, що перевищує половину загальних витрат, а отже свідчить про домінуючу роль онлайн-маркетингу на сучасному етапі розвитку.

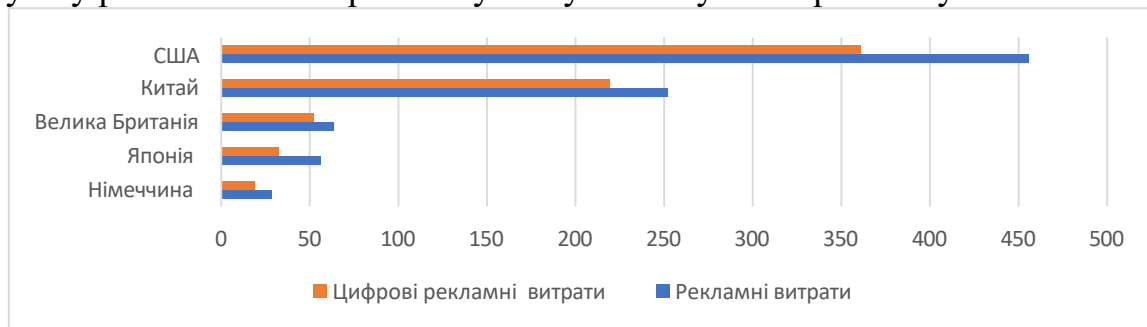


Рис. 1 Рекламні та цифрові рекламні витрати країн у 2025р.
Джерело: побудовано автором за даними Statista [6]

У межах аналізу стратегій он-лайн-маркетингу доцільно розглянути як традиційні інструменти залучення користувачів, так і новітні підходи, що активно впроваджуються у 2025–2026 роках. Показовим прикладом є скандинавська мережа магазинів збірних меблів ІКЕА, яка вважається однією з провідних роздрібних компаній Європи.

Під час пошуку користувачами товарів для дому або ідей щодо облаштування простору (наприклад, за запитами «кухонний стіл») у результатах пошуку часто відображаються пропозиції ІКЕА. SEO є одним із найбільш ефективних інструментів довгострокового залучення органічного трафіку на вебсайт, оскільки забезпечує стабільну присутність бренду в пошуковій видачі без постійних витрат на рекламу. Саме через офіційний вебсайт і мобільний застосунок споживачі взаємодіють із контентом, який створюється з метою допомогти їм у процесі вибору — зокрема щодо матеріалів, кольорів чи текстур [4]. Відеоматеріали, публікації в соціальних мережах та на сайті компанії формують у користувачів відчуття комфорту й довіри до бренду. Адже компанія демонструє процес створення продукції, особливості дизайну та команду, залучену до розробки товарів.

Додатковим інструментом формування довіри є співпраця з відеоблогерами та лідерами думок, які популяризують продукцію, підкреслюючи її естетичну цінність і функціональність, наприклад, у своїй кампанії «Життя вдома» з провідною фотографкою Енні Лейбовіц.

Варто зазначити, що саме контент формує бачення клієнтів в соціальних мережах, які залишаються одним із найефективніших та економічно доступних інструментів. Платформи на кшталт Instagram, Facebook, TikTok та новітній Threads дають змогу взаємодіяти з потенційними клієнтами у звичному для них



середовищі. У «Звіті про глобальний огляд цифрових технологій за 2026 рік» стверджується, що загальна кількість користувачів соціальних мереж у світі зросла на 4,8% за останній рік, що становить майже 69% від загальної чисельності населення світу [3].

Важливою складовою є запуск рекламних кампаній, які зазвичай оплачуються за принципом PPC (плата за клік). Такі оголошення з'являються як у соціальних мережах, так і в пошукових системах, наприклад Google Ads або Meta.

Доцільно також розглянути email-маркетинг, який дозволяє звертатися до користувачів безпосередньо у їхній поштової скриньці. Зокрема ІКЕА, реалізують цей підхід через програми лояльності. Одним із найпоширеніших прикладів автоматизованого email-маркетингу є повідомлення про покинутий кошик: якщо користувач додає товар до кошика, але не завершує покупку, він отримує нагадування.

У 2026 році штучний інтелект перестав сприйматися як новітній експериментальний інструмент і став невід'ємною складовою щоденних процесів. Якщо раніше його застосування обмежувалося генераторами контенту або простими чат-ботами, то сьогодні він інтегрований у роботу багатьох цифрових платформ, зокрема Google Workspace, Zoom. За версією маркетологів, опитаних у 2024 р., основними перевагами ШІ є легша генерація ідей, підвищена ефективність, креативність, зниження витрат (рис. 2). Наразі ШІ сприймається як безкоштовний трафік ідей та помічником у створенні контенту.

Впровадження штучного інтелекту також суттєво трансформує процес пошуку та споживання інформації в Інтернеті. Інструменти на основі ШІ дають змогу здійснювати пошук товарів за допомогою зображень: користувач може завантажити фотографію, після чого алгоритми знаходять подібні продукти та пропонують альтернативні варіанти.

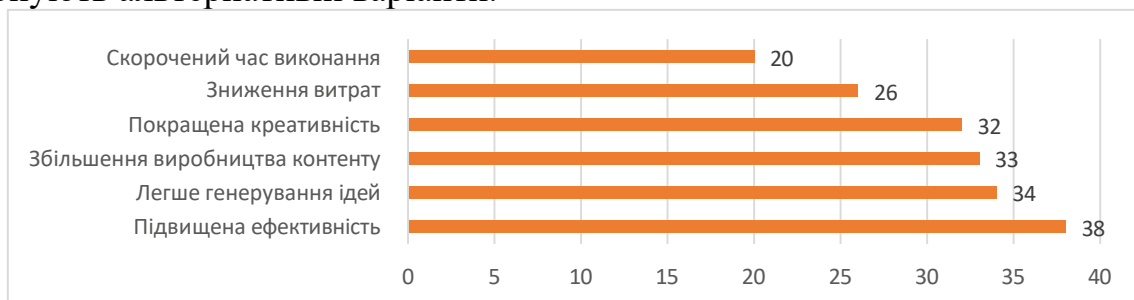


Рис. 2 Основні переваги використання ШІ у соціальних мережах

Джерело: статистична інформація із сайту Statista [1]

У зв'язку з цим традиційні методи пошукової оптимізації, засновані лише на використанні ключових слів, поступово втрачають ефективність. Ще однією важливою тенденцією он-лайн-маркетингу є розвиток голосового та інтерактивного пошуку. Зростає популярність голосового пошуку, оскільки все



більше людей використовують смарт-пристрої для швидкого отримання інформації.

Паралельно змінюється і поведінка споживачів в онлайн-середовищі. Все більше користувачів шукають інформацію про товари та послуги у соціальних мережах, таких як TikTok, Instagram Reels, YouTube Shorts. Замість читання текстових матеріалів вони віддають перевагу коротким відео, переглядам відгуків та коментарям інших користувачів. При цьому дедалі більшого значення набувають мікро- та наноінфлюенсери, які мають невелику, але лояльну аудиторію та спеціалізуються на вузьких тематиках.

Окремої уваги заслуговує розвиток технологій доповненої реальності (AR), які активно впроваджуються у сфері електронної комерції. Наприклад, застосунок IKEA Place дозволяє користувачам візуалізувати, як певний предмет меблів виглядатиме у їхньому просторі ще до здійснення покупки.

Цікавим трендом є також повернення до старих канонів – музики, логотипів та рекламних кампаній. Найпотужнішим прикладом цього року є кампанія Nintendo для її нової консолі, в якій актор Пол Радд повторив свою роль з рекламного ролика 1991 р. Це пододало 34-річну розрив і зв'язалося з кількома поколіннями одночасно. Ключ до успіху у 2026 році є створення нового досвіду зі старих спогадів, причому споживачі купують емоції, які переживали раніше під час використання цього товару.

Отже, можна зробити висновок, що сучасний споживач прагне встановити тісний зв'язок із брендом через емоції, довіру та особистий досвід. Нерідко люди орієнтуються на вибір більшості або ж віддають перевагу товарам, які мають для них особливу цінність. Саме сильний і продуманий маркетинг формує таке сприйняття продукту, адже ефективний результат досягається завдяки синергії різних маркетингових стратегій, які взаємодіють і доповнюють одна одну у контексті сучасних трендів.

ЛІТЕРАТУРА

1. AI benefits for global social media marketing 2024| Statista. *Statista*. URL: <https://www.statista.com/statistics/1490912/genai-benefits-social-media-marketing-worldwide/> (date of access: 02.04.2026).
2. Difference between online marketing and digital marketing - skilloschool. *SkilloSchool*. URL: <https://skilloschool.com/difference-between-online-marketing-and-digital-marketing/> (date of access: 02.04.2026).
3. Digital 2026 global overview report. *We arw social*. URL: <https://wearesocial.com/uk/blog/2025/10/digital-2026-global-overview-report/> (date of access: 02.04.2026).
4. Make it yours. *IKEA Global*. URL: <https://www.ikea.com/global/en/stories/ideas-inspiration/country-kitchen-ideas-251217/> (date of access: 02.04.2026).



5. What is online marketing? Developing a competitive strategy. *Coursera*. URL: <https://www.coursera.org/articles/online-marketing> (date of access: 02.04.2026).

6. World's top countries by ad spend 2025| Statista. *Statista*. URL: https://www.statista.com/forecasts/1380173/ad-spending-markets-worldwide/?srsltid=AfmBOor8SQV5qhVM5Mo0_YDYkxiUTH4K1AaOhOZqhon11S2SMpfXxzEF (date of access: 02.04.2026).

УДК 664.8.022.3:664.85.03

Катерина ЗУБКОВА

*кандидат технічних наук, доцент
кафедри харчових технологій*

Ольга СТОЯНОВА

*кандидат технічних наук, доцент
кафедри харчових технологій*

Іван ЄВТУШЕНКО

*здобувач освітнього ступеня магістр спеціальності
G13 Харчові технології, кафедра харчових технологій
Херсонський національний технічний університет,
м. Хмельницький, Україна*

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ КОНСЕРВІВ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Забезпечення належної якості та безпечності продуктів харчування для дітей раннього віку є одним із пріоритетних завдань сучасної харчової індустрії. Яблучне пюре посідає провідне місце серед продуктів першого прикорму завдяки збалансованому вмісту харчових волокон, органічних кислот, поліфенолів та аскорбінової кислоти, а також технологічній доступності сировини. Попри багаторічну практику виробництва, галузь стикається з принциповою суперечністю: традиційні термічні методи консервування, забезпечуючи мікробіологічну безпечність, водночас призводять до суттєвої деградації термолабільних біологічно активних сполук і погіршення органолептичних характеристик готового продукту — насамперед внаслідок ферментативного побуріння і теплових хімічних реакцій [1,2]. Ця суперечність набуває особливого значення у контексті підвищених вимог до нутрієнтної цінності педіатричних харчових продуктів, регламентованих Регламентом ЄС № 609/2013 і Кодексом Аліментаріус (Codex Stan 73-1981).

Подолання зазначеної суперечності стало рушієм активного розвитку нетеплових і комбінованих технологій обробки фруктових пюре. Серед них особливе місце займають надвисокий тиск (High Pressure Processing, HPP) і



термосонікація (TS). Це методи, що забезпечують інактивацію патогенної мікробіоти та ферментів побуріння при значно нижчих теплових навантаженнях, ніж класична пастеризація. Систематичний аналіз застосування НРР для рослинної сировини засвідчує збереження антиоксидантного потенціалу фруктових матриць на рівні 85-95 % від вихідного значення, тоді як реологічні параметри, зокрема індекс консистенції, критичний для педіатричних продуктів, залишаються практично незмінними [3]. Паралельно нетеплові методи демонструють здатність підвищувати біодоступність поліфенольних сполук унаслідок часткового руйнування клітинних матриць [4]. Огляд новітніх досягнень у галузі нетеплової обробки підкреслює перспективність комбінування ультразвукового впливу з м'яким тепловим режимом як стратегії збереження нативних властивостей фруктових продуктів при досягненні необхідних показників мікробіологічної безпечності [5].

Окремої уваги заслуговує проблема контролю ферментативного побуріння як провідного чинника погіршення кольору і нутрієнтного складу яблучного пюре. Поліфенолоксидази (ПФО) яблука каталізують окиснення хлорогенової кислоти, катехіну та флоридзину до відповідних хінонів із подальшим утворенням темнозабарвлених меланінів. Дослідження кінетики інактивації ПФО в яблучному пюре показало, що поєднання ультразвукового опромінення і помірної температури забезпечує синергетичний ефект. Константа інактивації ферменту зростає у 2–3 рази порівняно з ізотермічним нагріванням при еквівалентній температурі, що дозволяє досягти практично повної інактивації ПФО при температурах, значно нижчих від порогу теплової деградації вітаміну С та поліфенолів [6]. Порівняльне вивчення методів контролю побуріння підтвердило, що термосонікаційна обробка яблучного пюре суттєво переважає традиційну теплову обробку за показниками кольору та збереженням аскорбінової кислоти, зберігаючи при цьому прийнятний рівень мікробіологічної ефективності [2].

Збереження нутрієнтного складу продуктів дитячого харчування є нормативно регламентованою вимогою і одночасно ключовим маркетинговим чинником. Мета-аналітичний огляд впливу НРР на вітаміни-антиоксиданти узагальнює дані понад вісімдесяти первинних досліджень і демонструє, що вітамін С у яблучних продуктах при нетепловій обробці зазнає мінімальної деградації, тоді як тепла обробка при температурах, необхідних для промислової стерилізації, спричиняє незворотню деградацію до 40–45 % аскорбінової кислоти [7]. Ця закономірність обумовлена принциповою різницею у механізмах впливу: нетеплові технології розривають нековалентні взаємодії у структурах мікроорганізмів і ферментів, не торкаючись ковалентних зв'язків малих молекул вітамінів і поліфенолів.

Таким чином, аналіз сучасної наукової літератури свідчить, що комбінування нетеплових методів обробки з наступною м'якою термічною стабілізацією є перспективним технологічним напрямом для виробництва



яблучного пюре для дитячого харчування. Такий підхід дозволяє подолати принципову суперечність між мікробіологічною безпечністю і нутрієнтною цінністю продукту, забезпечуючи збереження природного кольору, вітамінного і поліфенольного складу та оптимальних реологічних характеристик пюре. Впровадження зазначених технологій у виробничу практику вітчизняних підприємств харчової промисловості потребує адаптації режимів обробки до конкретних сортових і технологічних умов, що визначає напрям подальших досліджень у рамках відповідних проєктних і науково-дослідних робіт [1-8].

ЛІТЕРАТУРА

1. Houška M. et al. High Pressure Processing Applications in Plant Foods. *Foods*. 2022. Vol. 11, No. 2. Art. 223. doi:10.3390/foods11020223
2. Mateescu A. M. et al. Baby Food Purees Obtained from Ten Different Apple Cultivars and Vegetable Mixtures: Product Development and Quality Control. *Applied Sciences*. 2022. Vol. 12, No. 23. Art. 12462. doi:10.3390/app122312462
3. Ravichandran C. et al. Influence of HPP on nutritional, functional and rheological characteristics of fruit and vegetable juices and purees. *Food Control*. 2023. Vol. 146. Art. 109516. doi:10.1016/j.foodcont.2022.109516
4. Sulaiman A. et al. Control of Enzymatic Browning in Strawberry, Apple, and Pear by Thermosonication and HPP. *Foods*. 2022. Vol. 11, No. 13. Art. 1942. doi:10.3390/foods11131942
5. Ağagündüz D. et al. Advances in non-thermal food processing: a comprehensive approach to nutrient retention, food quality, and safety. *Sustainable Food Technology*. 2025. Vol. 3, No. 5. P. 1284–1308. doi:10.1039/D5FB00136F
6. Sulaiman A., Soo M. J., Farid M., Silva F. V. M. Thermosonication for polyphenoloxidase inactivation in fruits: Modeling the ultrasound and thermal kinetics in pear, apple and strawberry purees. *Journal of Food Engineering*. 2015. Vol. 165. P. 133–140. doi:10.1016/j.jfoodeng.2015.06.020
7. Effects of HPP on Antioxidant Vitamins (A, C, E) in Fruit and Vegetable Preparations: A Review. *Applied Sciences*. 2025. Vol. 15, No. 19. Art. 10699. doi:10.3390/app151910699
8. Barbosa-Cánovas G. V., Zhang Q. H. (Eds.). *Pulsed Electric Fields in Food Processing: Fundamental Aspects and Applications*. CRC Press, 2001. 272 p. doi:10.1201/9780429133459



УДК 658.82:159.9

Алла КАРНАУШЕНКО

*кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри підприємництва, обліку та фінансів
Херсонський державний аграрно-економічний університет,
Херсон-Кропивницький*

ПСИХОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ ВПЛИВУ НА ПОВЕДІНКУ СПОЖИВАЧА В ПРОЦЕСІ ПРОДАЖУ ТОВАРІВ

У сучасних умовах розвитку ринкових відносин питання впливу на поведінку споживача набуває особливої актуальності. Зростання конкуренції, насиченість інформаційного простору та зміна моделей споживання зумовлюють необхідність більш глибокого розуміння психологічних аспектів прийняття рішень покупцем. У таких умовах традиційні економічні підходи вже не забезпечують достатньої ефективності, що актуалізує застосування психологічних механізмів у процесі продажу.

Мета - виявлення основних психологічних механізмів, що впливають на поведінку споживача та дослідження їх практичного використання у процесі продажу.

Поведінка споживача є складною системою, що формується під впливом внутрішніх і зовнішніх факторів. До внутрішніх належать мотивація, потреби, установки, емоції та попередній досвід, тоді як зовнішні включають соціальне середовище, культурні чинники та маркетингові комунікації [1]. Важливо зазначити, що процес прийняття рішення про покупку не є повністю раціональним. Значна частина рішень ухвалюється швидко, на основі інтуїтивних реакцій, що зумовлює особливу роль психологічного впливу.

Сучасні дослідження свідчать, що споживач одночасно використовує як раціональні, так і емоційні стратегії обробки інформації. З одного боку, він оцінює характеристики товару, ціну, якість та альтернативи. З іншого - реагує на візуальні образи, емоційні сигнали та контекст подачі інформації [2]. Саме поєднання цих двох чинників сприйняття забезпечує ефективність впливу на поведінку покупця (рис. 1).



Рис. 1. Психологічні механізми впливу на поведінку споживача

Джерело: візуалізовано автором за допомогою ШІ

Одним із ключових психологічних механізмів є привернення уваги покупця. В умовах інформаційного перевантаження здатність виділити продукт серед великої кількості пропозицій є критично важливою. Для цього використовуються яскраві візуальні елементи, нестандартні формулювання та емоційні стимули. Наступним етапом є формування інтересу, що підтримується через релевантність інформації та її відповідність потребам споживача.

Особливу роль відіграє емоційний компонент. Емоції здатні значно посилювати вплив маркетингових повідомлень, оскільки вони безпосередньо пов'язані з процесом прийняття рішень. Позитивні емоції формують прихильність до бренду, тоді як негативні можуть знижувати довіру та відштовхувати споживача. Таким чином, ефективна комунікація повинна враховувати не лише інформативність, а й емоційне наповнення [2].

Окрему групу становлять механізми прихованого впливу. До них належить, зокрема, product placement, який передбачає інтеграцію продукту у контекст фільмів, серіалів або іншого медіаконтенту. Такий підхід дозволяє уникнути прямого рекламного тиску та створює більш природне сприйняття інформації. Споживач не завжди усвідомлює факт впливу, що підвищує ефективність такого інструменту [3, 4]. Крім того, асоціація продукту з героями або позитивними сюжетами сприяє формуванню сприятливого ставлення до нього.



Практична реалізація психологічних механізмів відбувається через використання конкретних прийомів впливу. Одним із найбільш поширених є створення відчуття дефіциту. Обмеженість пропозиції стимулює швидше прийняття рішення та знижує рівень сумнівів. Іншим важливим прийомом є соціальне підтвердження, що базується на схильності людей орієнтуватися на думку інших. Відгуки, рейтинги та рекомендації суттєво впливають на вибір споживача [3].

Не менш важливим є принцип персоналізації. Індивідуальний підхід до клієнта дозволяє підвищити релевантність пропозиції та сформувати відчуття значущості. У сучасних умовах цифровізації персоналізація набуває особливого значення, оскільки споживачі очікують адаптованих рішень, що відповідають їх потребам та інтересам.

Водночас слід враховувати можливі ризики надмірного впливу. Використання маніпулятивних технік може викликати недовіру та негативне ставлення до бренду. Тому важливим є дотримання етичних принципів у процесі комунікації зі споживачем. Довгостроковий успіх досягається не лише через стимулювання покупки, але й через формування позитивного досвіду взаємодії.

Отже, психологічні механізми впливу відіграють ключову роль у формуванні поведінки споживача в процесі продажу. Їх ефективне використання дозволяє підвищити результативність маркетингових заходів, оптимізувати процес прийняття рішень покупцем та забезпечити формування довгострокової лояльності. Подальші дослідження у цьому напрямі можуть бути спрямовані на вивчення впливу цифрового середовища та новітніх технологій на поведінку споживачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Євсейцева О.С., Потеха Д.С. Психологічні аспекти вивчення поведінки споживача. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. №10. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/10_2016/8.pdf (дата звернення: 26.03.2026).

1. Разумова Г.В., Гнатченко О.В. Психологічні механізми впливу реклами на споживача. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2019. № 24. DOI: 10.32782/easterneurope.24-20

2. Жук О.І. ПСИХОЛОГІЧНІ ПРИЙОМИ ВПЛИВУ НА СПОЖИВЧУ ПОВЕДІНКУ ПОКУПЦЯ У МАРКЕТИНГУ. 2024. DOI:10.36059/978-966-397-439-2-43.

3. Головчук Ю.О., Чорноконь С.М. Психологічні аспекти впливу product placement на споживачів. *Економіка та суспільство*. 2018. №19, С. 342–346. DOI: 10.32782/2524-0072/2018-19-52



УДК 675.024.1:675.024.2

Віктор КАРПАН,
*здобувач вищої освіти факультету торгівлі та маркетингу
(ОП «Митна справа»)*
Олена МОКРОУСОВА,
*доктор технічних наук, професор,
професор кафедри товарознавства та митної справи
Державний торговельно-економічний університет, м. Київ, Україна*

ТЕНДЕНЦІЇ ЗАМІНИ ХРОМОВОГО ДУБЛЕННЯ РОСЛИННИМ У ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НАТУРАЛЬНОЇ ШКІРИ

Сучасна шкіряна промисловість стикається з критичними екологічними викликами, які вимагають термінового перегляду традиційних технологій. Головною проблемою залишається масове використання мінеральних солей хрому (III) під час дублення колагену. Хоча цей метод швидкий, він утворює небезпечні стічні води, а ймовірність окислення хрому (III) до хрому (VI) загрожує довкіллю та здоров'ю людей. Відповіддю на ці виклики є перехід до виробництва натуральної шкіри, обробленої з мінімізованими витрати хрому (III) або безхромового методу дублення. Перспективним рішенням стає застосування вдосконаленого рослинного дублення з використанням природних танідів. Така альтернативна заміна хромового методу рослинним успішно вирішує гострі екологічні проблеми, зберігаючи при цьому надзвичайно високі експлуатаційні та гігієнічні показники готової продукції згідно зі світовими стандартами якості.

Технологічний процес виробництва натуральної шкіри розпочинається з ретельного підбору та комплексної оцінки сировини. Якість кінцевого продукту безпосередньо залежить від прижиттєвих дефектів тварин, методів зняття шкури, способу консервування та ряду технологічних дефектів через недотримання параметрів обробок [1]. Основою шкури є дерма, що складається переважно з фібрилярного білка колагену. Колаген має складну просторову структуру, яка за відсутності обробки піддається швидкому розпаду, а при висиханні стає жорсткою та непридатною для використання. Під час початкових процесів сировина проходить багатоступеневий цикл рідинних підготовчих операцій у барабанах. Вони включають відмочування, зоління для руйнування волосяного покриву в лужному середовищі, а також міздріння для механічного зрізання підшкірної клітковини. Наступними важливими етапами є знезолування та м'якшення, які готують колаген до проникнення дубильних речовин, знімають внутрішнє напруження волокон, роблячи структуру пористою та сприйнятливою до реагентів [2]. Саме на етапі рідинної підготовки



зкладається міцний фундамент для рівномірного розподілу дубителя в товщі дерми. Після якісно проведених підготовчих процесів та операцій, дублення направлено на утворення міцних хімічних зв'язків між молекулами дубильної речовини та функціональними групами білка для його структурування.

Традиційна технологія мінерального дублення базується на унікальній здатності комплексів хрому (III) швидко дифундувати в структуру дерми та утворювати міцні поперечні координаційні зв'язки з карбоксильними групами колагену. Це забезпечує готовій шкірі високу температуру зварювання, що часто перевищує 100°C, а також значну стійкість до багаторазових механічних деформацій, дії вологи та хімічних сполук. Проте критичним екологічним недоліком цього процесу є те, що значна частина хрому не здатна повністю прореагувати з білком і незворотно потрапляє у стічні води підприємства, утворюючи високотоксичний важкий осад. Зменшення екологічного навантаження на гідросферу сьогодні частково досягається за рахунок впровадження хромошадних або безхромових технологій, де масова частка сполук хрому суттєво мінімізується [3]. Але повноцінна концепція створення натуральної шкіри вимагає набагато більш радикального підходу та повної відмови від будь-яких мінеральних дубителів на користь виключно органічних сполук, що гарантує абсолютну екологічну чистоту.

Рослинне дублення є повністю безпечним екологічним процесом, де активними хімічними агентами виступають екстракти деревини каштана, кори дуба, мімози, квебрахо та плодів тари. Ці екстракти містять таніди - високомолекулярні фенольні сполуки. Механізм кардинально відрізняється від дії солей металів. Рослинні таніди утворюють водневі зв'язки з пептидними групами колагену, щільно заповнюючи міжволоконні проміжки в дермі. Через великий молекулярний розмір танідів процес їх дифузії відбувається значно повільніше [4].

Для ефективної заміни хромового методу та прискорення рослинного дублення у сучасних промислових масштабах застосовуються спеціальні інноваційні методики попередньої обробки. Використання безпечних синтетичних дубителів або попереднє структурування колагенових волокон безпечними альдегідами дозволяє підготувати пористу структуру дерми до початку основного процесу. Це в рази прискорює проникнення високомолекулярних рослинних екстрактів, уникаючи стягування лицьового шару. Застосування ферментних препаратів на стадії рідинної підготовки суттєво підвищує здатність шкіри поглинати таніди [3]. Регулювання рН, дозоване підвищення температури рідин та інтенсивний механічний вплив в автоматизованих барабанах дозволяють скоротити тривалість виготовлення шкіри рослинного способу дублення.

Натуральна шкіра рослинного дублення має унікальні властивості. Завдяки високому вмісту органічних дубильних речовин, що заповнюють порожнечу в дермі, шкіра відрізняється більшою щільністю, монолітністю та



ідеально тримає задану форму. Вона не розтягується під навантаженнями, що робить її міцним матеріалом для виробництва деталей взуття та галантерейних виробів [2]. Використання рослинних екстрактів гарантує абсолютну гіпоалергенність, оскільки відсутність солей важких металів повністю виключає ризик виникнення алергічних реакцій [4]. Окрім функціональних переваг, матеріал має неповторні естетичні характеристики. Він відрізняється високими показниками паропроникності та гігроскопічності, активно дихає та відводить вологу, що забезпечує максимальний фізіологічний комфорт [5]. Важливою візуальною особливістю є здатність до природного старіння та утворення патини від сонячного ультрафіолету і тертя. Найважливішим екологічним аспектом є те, що при закінченні життєвого циклу шкіра рослинного дублення є біорозкладною і перетворюється на безпечний органічний компост, не забруднюючи навколишнє середовище [3, 4].

Отже, стратегічний перехід шкіряної промисловості від хромового дублення до використання органічних рослинних екстрактів є невідворотним кроком для забезпечення екологічної безпеки. Незважаючи на економічну ефективність мінерального методу, жорсткі екостанданти вимагають впровадження безпечних альтернатив. Виробництво натуральної шкіри методом інтенсифікованого рослинного дублення поєднує ремісничі традиції та передові наукові підходи. Отримана продукція відрізняється високими гігієнічними показниками, гіпоалергенністю та здатністю до повної біологічної деструкції. Подолання технологічних бар'єрів, пов'язаних із тривалістю процесу, можливе завдяки використанню ферментів і контролю параметрів. Відмова від небезпечних хімічних сполук кардинально знижує навантаження на довкілля, задовольняє попит на преміум-продукцію та підвищує світову конкурентоспроможність підприємств.

ЛІТЕРАТУРА

1. Андреева О. А., Грищенко І. М., Зварич І. Т. Особливості шкіряно-хутрової сировини : монографія. Київ : Світ Успіху, 2018. 416 с.
2. Види та етапи обробки натуральної шкіри: від чого залежить якість матеріалу. *Buvar*. 2024. URL: https://buvar.com.ua/uk/blog/11_vidi-ta-etapi-obrobki-naturalnoyi-shkiri-vid-chogo-zalezhit-vartist-shkiryano-aksesuaru.html (дата звернення: 05.04.2026).
3. Данилкович А. Г., Охмат О. А. Хромошадне дублення в технологіях екологічно безпечної шкіри. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2025. №2 (93). Ч.1. С. 41-47. URL: https://journals.kntu.kherson.ua/index.php/visnyk_kntu/article/download/970/933/1887 (дата звернення: 05.04.2026).



4. Мистецтво дублення шкіри: Модні та сучасні інновації екологічного рослинного дублення. *DoberMan*. 2024. URL: <https://doberman.style/the-art-of-leather-tanning/> (дата звернення: 05.04.2026).

5. Шкіряно-взуттєва промисловість. URL: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/pidruchnuku/7/124.pdf> (дата звернення: 05.04.2026).

УДК 677.027.4:628.3

Мирослава КОВАЛЬ

*к.т.н., доцент, доцент кафедри хімічних технологій та водоочищення
Черкаський державний технологічний університет, м. Черкаси*

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЇ ВИТРАТ БАРВНИКА ПРЯМОГО СИНЬОГО DIRECT V2RL В ТЕХНОЛОГІЇ ФАРБУВАННЯ БАВОВНЯНОЇ ТКАНИНИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОНЦЕНТРОВАНОЇ СТИЧНОЇ ВОДИ

Сучасний підхід до водокористування вимагає розглядати воду не як витратний ресурс, а як стратегічно цінний актив, що потребує раціонального управління. В умовах глобального дефіциту водних ресурсів впровадження систем оборотного водопостачання стає критичним фактором. Це не лише мінімізує екологічні ризики, а й сприяє стабілізації технологічних процесів у фарбувальному виробництві [1, 2].

Класичні технології обробки текстилю мають суттєвий недолік — вони призводять до значних енерговитрат та утворення великих обсягів стічних вод. Ці відходи містять високу концентрацію невикористаних барвників, які за умови правильної переробки можуть слугувати цінною вторинною сировиною.

Експериментальні дані, отримані під час фарбування бавовняних тканин Бязь та Віскоза на виробничих фарбувально-роликкових машинах періодичної дії типу «Jigger» (Vald Henriksen, Нідерланди), показали, що концентрована стічна вода, одержана безпосередньо після фарбування, містить до 40% прямих барвників. Було розроблено склад фарбувальної ванни, що базується на технології ПрАТ «Черкаський шовковий комбінат» (ПрАТ «ЧШК», м. Черкаси, Україна), який поєднує 3% свіжовиготовленого розчину прямого барвника із утвореною концентрованою стічною водою. Тестування тканини Бязь (арт. 3461) підтвердило, що отримане забарвлення за своєю стійкістю та якісними характеристиками повністю відповідає встановленим еталонним, якими слугували зразки, пофарбовані за базовою технологією фарбувального виробництва [3, 4].

Оцінка економічної доцільності та застосування прямих барвників базувалася на зіставленні фінансових витрат при базовому технологічному циклі та при впровадженні рециркуляції концентрованих стоків при фарбуванні бавовняних тканин прямими барвниками.



Склад фарбувальної ванни (технологічного розчину) для базової технології ПрАТ «ЧШК» представлено в таблиці 1.

Таблиця 1.

Вартість фарбувальної ванни (на загальний об'єм 800 дм³) за базовою технологією фарбування

Компоненти фарбувальної ванни	Вартість* за 1 кг (м ³), грн	Кількість компоненту, кг (дм ³)	Вартість ванни, грн
Барвник синій Прямий Direct B2RL	480	8,11	3892,8
Кальцинована сода Na ₂ CO ₃	40	1,2	48
Кухонна сіль NaCl	25	12	300
Вода водопровідна	54,58	778,69	42,5
Всього:	-	800	4283,3

* - ціни вказані станом на 1.09.2025 р.

Масова частка барвника Прямого синього Direct B2RL після фарбування тканини Бязь (арт. 3461) у стічній воді 46%. Маса барвника в концентрованій стічній воді 3,73кг. Тому, для створення фарбувального розчину за новою технологією потрібно до концентрованої стічної води додати 4,38 кг. барвника Прямого синього Direct B2RL [3].

Загальна вартість фарбувальної ванни для фарбування за базовою технологією ПрАТ «ЧШК» розраховувалася за формулою:

$$\sum V = VB_{\text{п}} + V_{\text{с}} + V_{\text{сод}} + V_{\text{в}} \quad (1)$$

де $\sum V$ – загальна вартість фарбувальної ванни за базовою технологією ПрАТ «ЧШК», грн;

$VB_{\text{п}}$ – вартість прямого барвника, грн;

$V_{\text{с}}$ - вартість кухонної солі, грн;

$V_{\text{сод}}$ – вартість кальцинованої соди, грн;

$V_{\text{в}}$ – вартість водопровідної води, грн.

Згідно із формулою (1) вартість фарбувальної ванни за базовою технологією:

$$\sum V_{\text{бт}} = 3892,80\text{грн} + 48\text{грн} + 300\text{грн} + 42,46\text{грн} = 4283,3 \text{ грн} \quad (2)$$

Вартість прямого барвника, яку треба додати у концентровану стічну воду, щоб зробити розчин технологічним:

$$\sum V = 4,38\text{кг} \cdot 480\text{грн} = 2102,4 \text{ грн} \quad (3)$$

Загальна вартість двох проходів (циклів) фарбування 2400 п.м. тканини (за один прохід фарбують 1200 п.м.) становить:



$$\Sigma \Phi = \Sigma B_{\text{бт}} + \Sigma B = 4283,3 \text{ грн} + 2102,4 \text{ грн} = 6385,7 \text{ грн}$$

(4)

Вартість 1 п.м. бавовняної тканини Бязь при фарбуванні із концентрованою стічною водою за новою технологією становить:

$$V_{\Phi} = \frac{1_{\text{пм}} \cdot \Sigma \Phi}{2400_{\text{пм}}} = \frac{1 \cdot 6385,7}{2400} = 2,66 \text{ грн.} \quad (5)$$

Вартість фарбувальної ванни на 1200 п.м. бавовняної тканини із концентрованою стічною водою :

$$V_{\Phi} = 2,66 \text{ грн} \cdot 1200_{\text{пм}} = 3192,8 \text{ грн} \quad (6)$$

Економія витрат прямих барвників для фарбування бавовняних тканин за новою рецептурою із використанням концентрованої стічної води розрахована математично за формулою:

$$EE = \Sigma B - V_{\Phi} \quad (7)$$

де E – економія витрат використання прямого барвника при фарбуванні бавовняної тканини за новою рецептурою із концентрованою стічною водою, грн/1200 п.м. тканини;

ΣB – загальна вартість фарбувальної ванни за базовою виробничою рецептурою, грн/1200 п.м. тканини;

V_{Φ} – вартість фарбувальної ванни за новою рецептурою із використанням концентрованої стічної води, грн/1200 п.м. тканини.

За формулою (7) економія витрат барвника Прямого синього Direct B2RL становить:

$$E = 4283,26 \text{ грн} - 3192,8 \text{ грн} = 1090,46 \text{ грн, що становить } 25,46\%$$

(8)

Отже, впровадження розробленої технології фарбування тканини Бязь (арт. 3461) із застосуванням концентрованих стоків фарбувального виробництва дозволяє скоротити витрати барвника Прямого синього Direct B2RL на 25,4% у розрахунку на кожну партію бавовняної тканини обсягом 1200 п.м.

ЛІТЕРАТУРА

1. Lellis B, Fávares-Polonio C.Z, Pamphile JA, et al. Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnol Res Innov.* 2019. 3(2), P. 275–290.

2. Roop Kishor, Diane Purchase, Ganesh Dattatraya Saratale, Rijuta Ganesh Saratale, Luiz Fernando Romanholo Ferreira, Muhammad Bilal, Ram Chandra, Ram Naresh Bharagava. Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. *Journal of Environmental Chemical Engineering.* 2021. Volume 9, Issue 2. P. 156-173. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.105012>.



3. Koval M.G., Kosogina I.V. Results of experimental studies on the reuse of concentrated wastewater in the process of dyeing cotton fabrics with direct dyes. *Journal of Chemistry and Technologies*. 2023. № 31(4). С. 805-815 DOI: 10.15421/jchemtech.v31i4.285962.

4. Koval M.G. Development of dyeing technology and creation of a basic technological scheme for the process of reusing concentrated wastewater (on the example, reducing the consumption of direct Yellow lightfast dye K). *Journal of Chemistry and Technologies*. 2024. № 32(4). Р. 1119-1128. DOI: 10.15421/jchemtech.v32i4.309831.

УДК 677.11.021

Тетяна КУЗЬМІНА

*доктор технічних наук, професор кафедри товарознавства,
стандартизації та сертифікації*

Херсонський національний технічний університет

Юрій БЕРЕЗОВСЬКИЙ

*доктор технічних наук, професор кафедри товарознавства та
комерційної діяльності в будівництві*

Київський національний університет будівництва і архітектури

Михайло ЄДИНОВИЧ

*кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики,
робототехніки і мехатроніки*

Херсонський національний технічний університет

НОВІ ПІДХОДИ ДО ВИГОТОВЛЕННЯ НАТУРАЛЬНОГО ГЕОТЕКСТИЛЮ

На сьогодні виробництво геотекстильних матеріалів – це сегмент ринку текстильної продукції, що розвивається швидкими темпами, і для якого характерні інвестиційна привабливість та швидка окупність витрат. Геотекстильні матеріали набули великої популярності завдяки розширенню їх асортименту та напрямів застосування, появи нових ресурсощадних технологій виробництва, використанню нових видів сировини. Основні сфери застосування геотекстилю: дорожнє та залізничне будівництво, ландшафтний дизайн, сільське господарство, гідротехнічні споруди, прокладання тунелів і трубопроводів, захист підземних частин житлових та промислових будівель, відновлення земель після бойових дій. Останній напрямок використання буде дуже важливий у післявоєнному відродженні українських ґрунтів від руйнувань, спричинених агресивними діями всіх видів озброєння, яке застосовує Російської Федерації проти України.



Основною сировиною виробництва геотекстильних нетканих матеріалів є синтетичні поліпропіленові волокна та волокна поліестеру, що успішно використовуються на усіх підприємствах України та інших країн. Практика застосування натуральних волокон та рослинних складників розширює сферу використання геотекстильних нетканих матеріалів, сприяє скороченню витрат на зміцнення схилів та відновлення родючих ґрунтів, тобто забезпечує поліфункційність.

Ринок геотекстильних матеріалів найбільше пропонує вироби зі штучних та синтетичних волокон (віскозних, поліефірних, поліамідних, поліпропіленових та ін.). Наприклад, геотекстиль Dortex – український бренд геотекстилю, виготовляє продукцію з поліефірних волокон голкопробивним методом [1]. Фірми-посередники пропонують різноманітний геотекстиль для ландшафтних робіт зарубіжних фірм з 100 % поліпропілену виробництва Чехії [2] або ж компанії «Флексс», що виробляє геотекстиль з поліефірних та поліпропіленових волокон для ландшафтних робіт, призначений для захисту елементів оформлення зовнішнього простору на прибудинковій, міській або парковій території від розмиву ґрунтовими та поверхневими водами, а також для вирішення інших задач щодо формування рельєфу [3]. Українські виробники геотекстильних полотен: завод покрівельних матеріалів «Акваізол» виготовляє голкопробивне полотно під торговою маркою геотекстиль «РУНО», компанія «Пульсар і Ко» (м. Рівне), Ірпінська фабрика нетканих матеріалів «К.ТЕКС», компанія «Альтеко» (м. Київ) виготовляють неткані геотекстильні голкопробивні полотна із волокон поліестеру для ландшафтного дизайну та облаштування територій тощо.

Сучасний геотекстиль має низку унікальних властивостей, які роблять його незамінним у використанні: перешкоджає змішуванню ґрунтів, що забезпечує стабільність конструкцій; стійкий до зовнішніх впливів, включно з високою вологістю та прямими сонячними променями; ефективно пропускає вологу, не даючи водночас кореням рослин загнивати; слугує захистом від ерозії та негативних кліматичних умов; не піддається розкладанню й утворенню цвілі. Треба зазначити, що синтетичний геотекстиль вирішує багато з цих питань, але у світлі зростаючої популярності органічної продукції, для її вирощування і подальшої переробки у харчовій промисловості, необхідно використовувати геотекстиль з натуральних волокон або, хоча б збільшити частку натуральних волокон у ньому. Сьогодні частка натуральних волокон (конопляних, лляних, джутових, кокосових, бавовняних, вовняних), що використовуються під час виготовлення цих матеріалів, становить близько 5 % від сировини для основного асортименту геотекстилю.

В Україні практично відсутнє виробництво геотекстилю із натуральних волокон, головним чином, через недостатню кількість сировини. Однак, у нашій країні є великі потенційні можливості для виробництва геотекстилю із



дешевої екологічно чистої целюлозовмісної сировини – волокон конопель і льону олійного.

Для вирішення питань отримання органічного геотекстилю різного функціонального призначення на базі Херсонського національного технічного університету було запропоновано інноваційний спосіб переробки луб'яних культур та розроблено устаткування, що складається з покращених конструкційних вузлових елементів м'яльної частини агрегату та модульного вузла тіпання. Для спроможності переробки всіх видів лубоволокнистих рослин, які вирощуються на території України, запропоновано здійснювати основні технологічні процеси переробки – м'яття, тіпання, трясіння за технологією одержання однотипного волокна. Запропоновані конструкторсько-технологічні рішення дозволяють оптимізувати процеси обробки стеблового матеріалу рослин за певної послідовності використання високої ступені диференціації робочих органів устаткування, які ефективно впливають на відокремлення деревних частинок від волокна завдяки поєднанню механічних дій процесів м'яття зі сковзанням, тіпання з чесанням і трясіння з вібрацією [4].

Параметри луб'яних волокон, які були одержані за розробленими технологіями відповідають вимогам державних стандартів залежно від їх цільового призначення. В отриманому волокні вміст костриці після механічної обробки луб'яної трести має низькі значення (1,85-2,47 %) та належні показники розривного навантаження (15,72-24,09 даН), які відповідають вимогам державних стандартів на виробництво геотекстилю, кручених виробів, нетканих матеріалів, ватину та може бути використане в будівельній, автомобільній промисловості в якості наповнювачів, армуючих і теплоізоляційних матеріалів, для набивання м'яких меблів і матраців, а також для виробництва продукції текстильної, фармацевтичної та целюлозно-паперової галузі спрямування.

Для підтвердження результатів теоретичних та експериментальних досліджень у лабораторних умовах було отримано зразки органічного геотекстилю для ландшафтного будівництва та агропромислового комплексу.

Результати лабораторних досліджень свідчать, що показники якості одержаних зразків відповідають стандартизованим вимогам на зазначені види продукції з натуральних волокон [5].

За умови впровадження на українських підприємствах запропонованої технології одержання із стебел льону олійного та конопель волокон з необхідними якісними показниками, вони можуть стати основою сировинної бази для виготовлення органічного геотекстилю, що використовується, насамперед, в ландшафтному дизайні та сільському господарстві. Це дозволить зменшити витрати на придбання імпортного геотекстилю, підтримати вітчизняного виробника та сприятиме повоєнному відновленню економіки України.



ЛІТЕРАТУРА

1. Геотекстиль Dortex. URL: <https://ktex.ua/brands/> (дата звернення 28.03.2026 р.)
2. Геотекстиль для ландшафтного дизайну. URL: <https://prom.ua/ua/m1343829571127337850-geotekstil-110-gm2.html?p=2593114092> (Дата звернення 30.03.2026 р.)
3. Асортимент геотекстилю. URL: <https://flexx.com.ua/ua/geotekstil/geotekstil-dlya-landshaftnogo-dizajna> (Дата звернення 02.04.2026 р.)
4. Berezovsky Yu., Kuzmina T., Lialina N., Yedynovych M. et al. Technical and technological solutions for producing fibre from bast crops. *INMATEH-Agricultural Engineering*. 2020 60(1), P. 137–146. DOI: <https://doi.org/10.35633/inmateh-60-16>
5. Геотекстиль та віднесені до геотекстилю виробу. Необхідні характеристики для використання в роботах з контролювання ерозії (захист узбережжя, берегові покриви): ДСТУ EN 13253:2006 (EN 13253:2000, IDT). – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держстандарт, 2008. – 24 с. (Регіональний стандарт України).

УДК 663.26

Ольга МАМАЙ

к.т.н., доцент

Тетяна КУЗЬМІНА

д.т.н., професор

Олена ПОНОМАРЬОВА

магістрантка

Херсонський національний технічний університет,

м. Хмельницький

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ОЧИЩЕННЯ ВИНОГРАДНОГО СПИРТУ-СИРЦЮ

При переробці винограду у виноробній промисловості утворюються наступні відходи: солодка й кріплена вичавка, дріжджові й клейові осади, сулові осади й барда, призначені для вторинної переробки з метою одержання різноманітних цінних продуктів. До числа найбільш важливих вторинних продуктів виноробства відноситься виноградний спирт-сирець, застосування якого для виробництва вин обмежувалося у зв'язку з наявністю великої кількості домішок, що погіршували якість вина. У ряді країн світу одержання спирту з вичавків є обов'язковим, тому що для кріплення вин дозволено використовувати тільки виноградний спирт, чим забезпечується повна натуральність виноградних вин. Спирт із вичавків знаходить поширення у



виробництві спеціальних марок горілок і напоїв. Виробництво міцних вин з раціональним використанням сировини (виноградних спиртів власного виробництва) відповідає вимогам законодавства ЄС у галузі виноробства [1].

Ріст цін на енергоносії робить нерентабельною переробку відходів виноробства, тому що технології перегонки й ректифікації, сушіння й екстракції вимагають значної витрати енергії. Не кожне підприємство первинного виноробства здатне забезпечити виробництво потрібною кількістю етилового спирту. Одним зі шляхів вирішення цієї проблеми може бути розробка технології виноградного спирту, що дозволяє отримувати виноградні спирти, які містять строго обмежену кількість летких домішок. Проте науковому обґрунтуванню хімічного складу компонентів виноградних спиртів, способам їх регулювання приділяється недостатня увага. У зв'язку із цим дослідження, спрямовані на вивчення питань удосконалення технології виробництва й очищення виноградного спирту-сирцю для подальшого його застосування у виноробстві, є актуальними.

Мета роботи - удосконалення технології виноградного спирту з урахуванням особливостей хімічного складу сировини та вимог до кінцевого продукту. Об'єкт досліджень – технологічний процес виробництва виноградного спирту. Основні показники хімічного складу спирту-сирцю – масової концентрації метанолу, альдегідів, ефірів і сивушних олій визначали за методиками діючих ДСТУ, а також методами аналізу, прийнятими у виноробній промисловості [2]. В експериментах для перегонки була використана лабораторна модель апарату, конструкція якого дозволяє здійснювати як однократну, так і двократну перегонку [3].

Способи очищення спирту-сирцю умовно можна розділити на хімічні й сорбційні. Хімічне очищення сприяє очищенню спирту-сирцю від домішок, які важко відділяються методом ректифікації. Для очищення застосовують гідроксид натрію й перманганат калію. Надлишку реактивів намагаються уникати через небажані побічні ефекти (окислення етилового спирту до оцтового альдегіду й інші реакції). Під дією луку омилюються складні ефіри, при цьому звільняється спирт, а залишок кислоти утворює сіль натрію. Вільні кислоти, що перебувають у спирті-сирці, також зв'язуються в солі натрію. Після цього очищення можуть використовуватися сорбційні методи із застосуванням активованого вугілля, іонообмінних смол, сорбентів, золи й інших речовин. Сорбційні методи очищення дозволяють позбутися аналітично важко вловимих домішок, що суттєво псують смак і аромат спиртів.

Результати досліджень компонентного складу спирту-сирцю, одержаного **з осадів після кріплення суслу і виноматеріалів**, показали наявність досить великої кількості кислот. Тому перед повторною перегонкою в ряді варіантів (4–6) — була здійснена спочатку нейтралізація кислот, а потім омилання ефірів. Для цього застосовували луг (або карбонат натрію) і



перманганат калію як окислювач неорганічних сполук і альдегідів. Через 8 годин проводили повторну перегонку.

Були досліджені наступні варіанти способів попереднього очищення спирту-сирцю:

1 – відбір 1 % головної фракції й 30 % середньої фракції;

2 – без фракціонування;

3 – пари спирту пропускали через колонку, заповнену активованим вугіллям, без фракційного поділу;

4 – 6 – перед перегонкою проведені нейтралізація кислот і омилення ефірів;

4 – перегонка без фракціонування;

5 – відбір головної фракції 1 %, середньої – 40 %;

6 – пари спирту пропускали через колонку з активованим вугіллям, фракціонування: 1 % – головної і 40 % – середньої;

7 – спирт-сирець як порівняння до перегонки.

Результати впливу комбінованих способів попереднього очищення спирту-сирцю на хімічний склад дистиляту наведені в табл. 1.

Таблиця 1.

Вплив попередньої обробки на хімічний склад спирту-сирцю

Номер варіанту	Альдегіди	Сивушна олія	Ефіри	Вільні кислоти
1	148	2417	2680	196
2	283	2717	3160	230
3	121	1958	1210	130
4	151	2500	1578	198
5	144	2168	1340	126
6	126	2093	1040	84
7	350	3922	4360	260

Аналізуючи отримані дані (табл. 1) і порівнюючи варіанти, можна відзначити перевагу нейтралізації кислот і омилення ефірів, тобто прийому, широко застосовуваного в технології виробництва високоякісних спиртів. У всіх варіантах, де була проведена зазначена технологічна операція, кількість ефірів, вільних кислот, сивушної олії й альдегідів помітно менша, ніж у варіантах порівняння, що позитивно позначилося на органолептичній оцінці.

Порівнюючи кількість летких домішок, можна відзначити, що обробка парів спирту активованим вугіллям також забезпечила істотне зменшення вмісту альдегідів, ефірів і вільних кислот. Найбільший вплив на концентрацію сивушної олії виявило комплексне очищення парів активованим вугіллям навіть без фракційного поділу (варіант 3). Максимальний ефект дало



комплексне очищення, що включає обробку активованим вугіллям і фракціонування.

Більш докладно слід зупинитися на ролі активованого вугілля, яке давно й широко використовується для обробки сортів у виробництві горілок. Зіставний аналіз показав, що у варіантах 3 і 6 кількість усіх без винятку ідентифікованих компонентів набагато менше, ніж у варіантах 2 і 4 відповідно. Це свідчить про високу сорбційну здатність активованого вугілля щодо летких домішок спирту-сирцю й доцільності його застосування в технології виробництва виноградного спирту.

Висновки. Якісний і кількісний склад спирту-сирцю обумовлюється особливостями й хімічним складом вихідної сировини. Обробка спирту-сирцю природними сорбентами або їх сумішами сприяє зниженню концентрацій усіх видів летких домішок, що сприяє покращенню якості спирту-сирцю.

ЛІТЕРАТУРА

1. Загоруйко В.А., Кречетов І.В., Тимофєєв Р.Г. Технологія виробництва міцних вин на основі використання виноградного спирту. / Веб-сайт. URL: <http://www.minagro.kiev.ua/page/?2090> (дата звернення 28.03.2026).

2. Гержикова В.Г. Методи технохімічного контролю у виноробстві. Сімферополь: Таврида, 2009. 304 с.

3. Ковалевський К.А., Мамай О.І., Валько М.І., Кузьміна Т.О., Шанін О.Д. Обладнання для виробництва плодкових, коньячних спиртів та спирту-ректифікату. *Вісник ХНТУ* 2(57). Херсон. 2016. С. 142–148.

УДК 622.276:620.193:544.6

Олександр МАМРЕНКО,

аспірант кафедри фізичної хімії

Олена ЧИГИРИНЕЦЬ

д.т.н., професор, професор кафедри фізичної хімії

КПІ ім. Ігоря Сікорського, м Київ

ЗЕЛЕНІ ІНГІБІТОРИ СІРКОВОДНЕВОЇ КОРОЗІЇ

Корозійне руйнування обладнання, виготовлене з вуглецевих сталей, найбільш металоємна проблема сучасного нафтогазового сектора економіки різних країн. В Україні із проблемою сірководневої корозією добре знайомі виробники труб для нафтогазових підприємств ближнього сходу Саудівської Аравії (БВіСА) та США.



Проте в останні роки (2024–2026) усунення фокусу видобутку вуглеводнів та технологічні зміни в експлуатації Українських родовищ призвело до суттєвого зростання свердловин із наявністю сірководню.

Механізмами появи сірководню є:

➤ виснаження верхніх пластів (Полтавська, Харківська обл., Дніпровсько-Донецька западина), українські компанії почали бурити свердловини завглибшки понад 6000 метрів. На таких глибинах температура пласта часто перевищує 150°C, що запускає процес термохімічної сульфатредукції (ТСР) - вуглеводні вступають у хімічну реакцію з сульфатними мінералами (наприклад, CaSO₄), в результаті чого сульфати відновлюються до сірководню.

➤ Мікробіальне зараження пласту старих родовищ з високим ступенем виробітку – при закачуванні води в пласт для підтримки тиску (заводнення) до свердловини часто заносяться сульфатредукуючі бактерії, які «поїдають» сульфати, розчинені в пластовій воді, використовуючи енергію органічних сполук нафти. Продуктом життєдіяльності бактерій є сірководень.

Аналізуючи механізми появи сірководню у родовищах України та розвиток торговельних відносин із дружніми нам країнами стає зрозуміло, що проблема сірководневої корозії набиратиме актуальності у геометричній прогресії. Таким чином, перед нами відкривається якісно, абсолютно новий для України науковий напрямок, пов'язаний із сучасними методами експлуатації кислих родовищ.

Сам сірководень, що міститься в нафті та газі, не приносить особливого корозійного руйнування устаткуванню, оскільки нафта є діелектриком, проте суттєво змінюється при появі води на поверхні металу. Для виникнення електрохімічної корозії (яка і руйнує метал) необхідний електроліт, роль якого виконує вода. Метал починає руйнуватися, коли молекула H₂S розчиняється у воді, утворюючи кисле середовище:



Саме іони водню (H⁺) та гідросульфід-іони (HS⁻) атакують поверхню сталі. У чистій сухій нафті цей процес неможливий.

Одним із перспективних напрямків захисту металевого обладнання є використання інгібіторів корозії. Проте традиційні інгібітори корозії, що використовувалися в цій галузі є часто токсичними. З огляду актуальності переходу старих технологій на стандарти сталого розвитку є необхідність у використанні «зелених» інгібіторів корозії.

В основі механізму захисту інгібіторами корозії вуглецевих сталей у кислих сірководневих середовищах є формування захисної плівки із поверхнево активних сполук, що ізолюють поверхню виробу від водної фази нафти та газу.

В якості «зелених» інгібіторів досліджено водно-етанольний екстракт листя берези. Ця рослинна сировина багата на різні класи органічних сполук, в тому числі, що мають здатність до адсорбції на поверхні металу з утворенням



захисної плівки з гідрофобними властивостями. Березовий екстракт досить відомий своїми протикорозійними властивостями [1].

Другим перспективним компонентом для інгібування сірководневої корозії металу є хітозан, який отримують шляхом переробки хітину, основного компонента панцирів ракоподібних (крабів, креветок, омарів). Хітозан — це природний біополімер, амінополісахарид. Особливістю механізму дії хітозану є також здатність до формування захисного шару на поверхні металу, що ізолює його від агресивного середовища. У кислих середовищах аміногрупи хітозану здатні до протонування. Тому, якщо поверхня металу заряджається негативно (наприклад, через адсорбовані гідросульфід-іонів HS^-), молекули хітозану притягуються електростатично до поверхні металу, витісняючи молекули води. При подібних механізмах захисту специфічна полімерна структура хітозану доповнює його ще механізмом загоєння – при механічному пошкодженні плівки зміна рН в зоні подряпини змушує полімер набухати або вивільняти додаткові інгібітори, «затягуючи» дірку.

Метою дослідження є пошук зелених інгібіторів корозії, ефективних для захисту металу в умовах сірководневої корозії нафтогазовидобутку.

В роботі проведені дослідження щодо ефективності використання інгібіторів природного походження екстракту з листя берези, хітозану, фітинової кислоти та цистеїну у синтезованому сірководневмісному середовищі, що імітує умови експлуатації обладнання з вуглецевих сталей, що експлуатуються в нафто-газовидобувній промисловості.

Екстракт листя берези отримано в 70% водному розчині етанолу. Концентрація екстрактивних речовин з листя береза при співвідношенні 1 частина висушених листів до 100 частин 70% водного розчину етанолу складає 3100 ppm.

Для виконання даної роботи зібрано установку, яка дозволяє моделювати середовище відповідно до вимог міжнародного стандарту NACE TM 0284-2016. Виготовлено партію зразків із сталі 17Г1С, розміром 20x10x5 мм для аналізу швидкості корозії гравіметричним методом. Суть методики полягає в розрахунку втрати маси зразків після експозиції протягом 96 годин в модельованому сірководневмісному середовищі з добавками інгібіторів і розрахунок показника ступеню захисту.

Масовий показник корозії розраховували як відношення зміни маси зразка з одиниці поверхні в одиницю часу (г/ м² год). Ступінь протикорозійного захисту визначали як відношення різниці масового показника корозії зразка в середовищі без інгібітора та з інгібітором, віднесеного до показника без інгібітора (%).

Дослідженнями встановлено (рис.1), що зі збільшенням концентрації рослинного екстракту з листя берези ступінь захисту металу в розчині NACE зростає. За максимальної концентрації 3000 ppm ступінь захисту металу сягає понад 80%. Проте загальний рівень ефективності екстракту за наявності



сірководню у розчині зменшується і становить не більше 50% за концентрації 300 ppm.

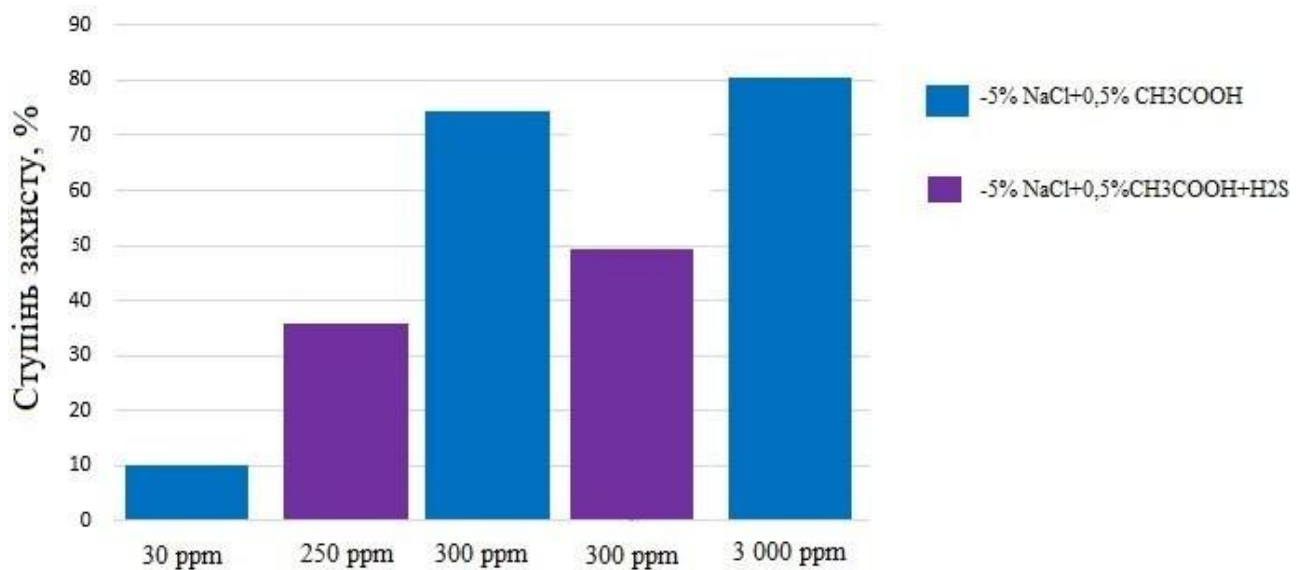


Рис. 1 Ступінь захисту сталі від корозії у розчині NACE без та з сірководнем з добавками екстракту берези.

Проведено випробування сталі в сірководневовмісному середовищі в присутності інших добавок природного походження, таких як хітозан, цистеїн та фітинова кислота (рис. 2).

Отримані результати свідчать, що інгібуючий ефект екстракту листя берези може бути суттєво підсиленим за рахунок комбінації з хітозаном. Позитивний ефект отримано і з іншими природними добавками, що свідчить про потенціал сполук природного походження.

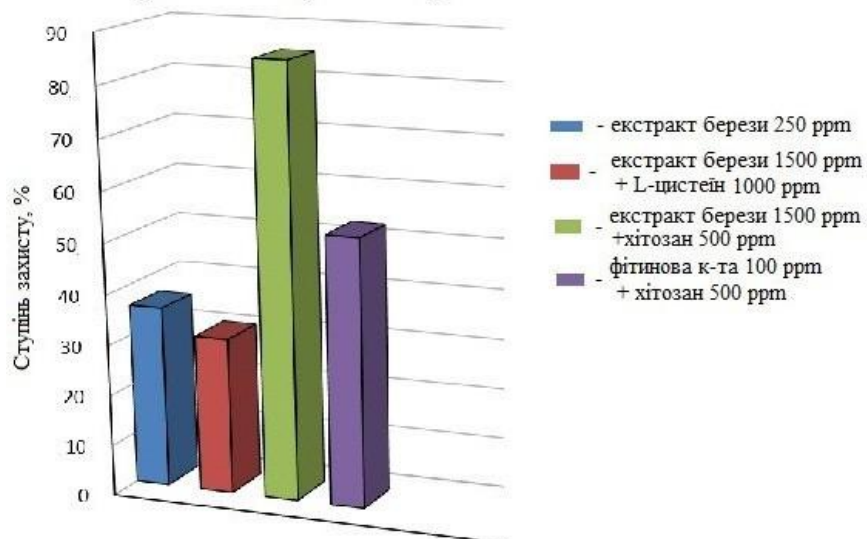


Рис. 2 Ступінь захисту сталі в сірководневовмісному середовищі за присутності екстракту листя берези та сумішей на основі цистеїну, хітозану та фітинової кислоти.



Дослідженнями встановлено, що «зелені добавки» до агресивного середовища електроліту НАСЕ без та з насиченням сірководнем дозволяють суттєво зменшити руйнування металевого обладнання. Перспективним напрямком досліджень є подальше вивчення інгібуючої ефективності екстракту з листя берези, як в індивідуальному стані, так і в сумішах з використанням природних сполук, таких як хітозан, фітинова кислота та цистеїн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Q. Mohsen & M. A. Deyab Utilizing birch leaf extract in pickling liquid as a sustainable source of corrosion inhibitor for pipeline steel. *Scientific Reports volume 12*, Article number: 19307 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-23037-8>.

УДК 687.02:687.1:7.016.4

Аліна МИКИТЕЙ,
студентка-магістр
Світлана ЛОЗОВЕНКО,
асистент кафедри моди та стилю
Лариса БІЛОЦЬКА,
к.т.н., доцент, доцент кафедри моди та стилю
Юлія ХАРЧЕНКО,
к.т.н., ст. наук. співр. аналітично-дослідної
випробувальної лабораторії «Текстиль-ТЕСТ»
Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ

ІННОВАЦІЙНІ МЕТОДИ ПРОЄКТУВАННЯ КОЛЕКЦІЇ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ОДЯГУ З ЕТНІЧНИМ ДЕКОРОМ ТА ЕЛЕМЕНТАМИ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Сучасна текстильна промисловість належить до найбільш екологічно критичних галузей світової економіки, генеруючи близько 8% глобальних викидів вуглекислого газу та значну кількість мікропластику [1–2]. Стрімке зростання так званої «швидкої моди» призводить до накопичення відходів, які не переробляються [3]. Перспективним кроком для вирішення екологічних викликів є створення сучасного одягу-трансформера з модульними елементами, який дозволить значно подовжити цикл експлуатації виробів і знизити потребу в регулярному оновленні гардероба, стимулюючи свідоме споживання.

Метою роботи є розробка колекції багатофункціонального жіночого одягу-трансформера в стилі Street Style на основі синтезу сучасних цифрових технологій та етнокультурної спадщини Буковини (зокрема, традиційної чернівецької вишивки).



Об'єктом дослідження є процес створення сучасних ергономічних швейних виробів із використанням технологій 3D-проектування, спрямований на реалізацію принципів сталого розвитку та задоволення потреб споживача.

Предметом дослідження є конструктивні, декоративно-композиційні та технологічні рішення одягу з елементами трансформації, що забезпечують його багатофункціональність та конкурентоспроможність на ринку.

У роботі використано комплексний підхід, що поєднує теоретичні методи художньо-композиційного аналізу та синтезу, експериментально-лабораторні методи дослідження фізико-механічних властивостей пакету матеріалів, метод тривимірного комп'ютерного моделювання та порівняльно-технологічний аналіз для вибору раціональних методів обробки вузлів виробу.

Концепція колекції базується на поєднанні естетики сучасної міської культури (Street Style) та етнокультурної спадщини Буковини. Основою художньо-композиційного рішення обрано орнаментальні мотиви чернівецької вишивки (рис. 1), що характеризуються геометричною чіткістю, ритмічністю та символічною насиченістю [4–6].



Рис. 1. Приклади чернівецьких орнаментів на одязі

На основі аналізу цільового споживача, дослідження загальної концепції та творчого джерела створено ескізний ряд моделей. Розроблена колекція орієнтована на активну жіночу аудиторію, яка цінує комфорт, універсальність та національну ідентичність. Візуальним акцентом моделей є геометричні та рослинні елементи, виконані в техніці «поверхниця» та оздоблені бісером. Стилiстика міської культури у моделях проявляється через вільні силуети, функціональність та багатошаровість (рис. 2).

Для забезпечення експлуатаційної надійності виробів, що розробляються, в умовах аналітично-дослідної випробувальної лабораторії «Текстиль-ТЕСТ» проведено дослідження фізико-механічних властивостей тканин на сучасному обладнанні. Зокрема, визначено стійкість до стирання на тестері Мартиндейла та розривальні характеристики на розривній машині WDW-5ES (рис. 3). Досліджено властивості трикотажних полотен: встановлено, що бавовняний трикотаж має високу повітропроникність (143,5 мм/с) та гігроскопічність (15,3%). Такі показники є оптимальними для виробів першого

шару. Напіввовняна тканина продемонструвала високу зносостійкість та формостійкість, тому її обрано основним матеріалом для виготовлення жакета.



Рис. 2. Ряд творчих ескізів колекції

Ключовою особливістю виробів колекції є трансформативність: штани оснащені горизонтальними відчіпними модулями на кнопках, а жилети мають збірну модульну структуру. Образи доповнені базовими блузками та поясами-трансформерами. Проектування моделей здійснювалося за розрахунково-графічним методом для типової фігури 164-88-96.



Рис. 3. Проведення лабораторних випробувань в умовах АДВЛ «Текстиль-ТЕСТ»

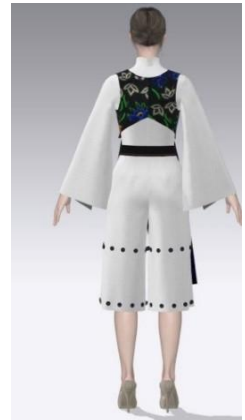
Застосування програми CLO 3D дозволило здійснити віртуальну апробацію розроблених моделей, перевірити антропометричну відповідність виробів на аватарі та реалістично візуалізувати оздоблення бісером (рис. 4). Впровадження 3D-технологій забезпечило скорочення термінів розробки та зниження матеріаломісткості на етапі прототипування на 50–70%.



Модель 1



Модель 2



Модель 3



Рис. 4. Візуалізація моделей у середовищі CLO 3D

За результатами дослідження проведено комплексне технологічне опрацювання процесу виготовлення колекції. Шляхом порівняльного аналізу методів обробки кишені з відрізним бочком за критеріями якості, рівня механізації та трудомісткості обрано найбільш ефективний варіант виготовлення. Розроблено повний пакет документації, який, зокрема, включає: вимоги та рекомендації для розкрою деталей верху, підкладки, прокладкових матеріалів, загальну схему виготовлення виробу та раціональну технологічну послідовність із детальним описом процесу складання. Проведена робота створює передумови для впровадження розробленої колекції у виробництво.

Розроблений проєкт демонструє ефективність інтеграції етнокультурних кодів у сучасний гардероб через призму екологічної відповідальності та сталого дизайну. Застосування технологій 3D-проекування у поєднанні з лабораторним аналізом матеріалів дозволило на 50–70% знизити матеріаломісткість етапу прототипування, гарантуючи при цьому високу якість, антропометричну відповідність та технологічність виробів. Створення багатофункціонального одягу-трансформера визначено як перспективний



напрямок для інноваційного розвитку вітчизняного виробництва, що відповідає актуальним запитам ринку та принципам свідомого споживання.

ЛІТЕРАТУРА

1. From petroleum to pollution: the cost of polyester. Електронний ресурс. URL: <https://unric.org/en/from-petroleum-to-pollution-the-cost-of-polyester> (дата звернення: 05.03.2026)
2. Войченко Є., Лозовенко С. Циркулярна економіка як парадигма сталого розвитку індустрії моди // Scientific Exploration: Bridging Theory and Practice : Collection of Scientific Papers with the Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference, July 7–9, 2025. Berlin, Germany: European Open Science Space, 2025. С. 141–148.
3. The Village. Як врятувати планету від мас-маркету: чому нам всім потрібно менше купувати. Електронний ресурс. URL: <https://www.the-village.com.ua/village/city/save-the-planet/275851-yves-rocher-planet2> (дата звернення: 05.03.2026)
4. Всі орнаменти Чернівців. Електронний ресурс. URL: <https://ornament.name/search/%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%96%D0%B2%D1%86%D1%96> (Дата звернення: 15.03.2026)
5. Орнаменти вишиванок по регіонах України. Електронний ресурс. URL: <https://vzhe-vzhe.com/blog/ornamenty-vyshyvanok-po-rehionam/> (дата звернення: 15.03.2026)
6. Найстаріші чернівецькі вишиванки – в одному кольорі. Електронний ресурс. URL: <https://acc.cv.ua/news/chernivtsi/naustarishi-chernivecki-vishivanki---v-odnomu-kolori-na-kicmanshini---ptahi-a-na-zastavnivschini---poperechni-smugi-24154> (дата звернення: 15.03.2026)

УДК 664.68:613.2:641.56

Наталія НОВІКОВА

*к.с.г.н., доцент, завідувач кафедри хварчових технологій,
Херсонський державний аграрно – економічний університет, м.*

Кропивницький

Анна ФЕРЕНС

*здобувач вищої освіти першого (бакалаврського) рівня,
Херсонський державний аграрно – економічний університет,
м. Кропивницький*



РОЗРОБКА РЕЦЕПТУРНОГО СКЛАДУ ВЕГАНСЬКИХ БЕЗГЛЮТЕНОВИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Для розробки рецептури веганського безглютенового печива була обрана **комбінація різних видів борошна**: рисового (40 %), кукурудзяного (30 %), мигдального (20 %) та вівсяного (10 %). Таке поєднання забезпечує оптимальний баланс між хрусткістю та м'якістю печива, ароматом і структурною стабільністю, а також компенсує відсутність глютену (Табл. 1).

Рисове борошно містить такі основні мінерали, як калій, магній, фосфор та залізо, а також вітаміни групи В. Кукурудзяне борошно багате на калій, магній, фосфор, залізо та цинк, а також містить вітаміни групи В (В1, В3, В5) та фолієву кислоту, що позитивно впливають на імунітет, травлення та здоров'я серцево-судинної системи. Мигдальне борошно характеризується високим вмістом калію, магнію, кальцію, заліза, цинку та фосфору, а також вітамінів Е, В2, В3 і В9; це забезпечує антиоксидантний ефект. Вівсяне борошно містить магній, фосфор, залізо, цинк і калій, а серед вітамінів — В1, В5, В6, Е та К, що сприяє регуляції рівня цукру в крові, нормалізації травлення та антиоксидантному захисту організму [1].

Рисове борошно проходить легке сухе прожарювання для карамелізації природних цукрів, що надає печиву насиченого аромату та легкої горіхової нотки [2]. Кукурудзяне борошно збагачують пребіотичними волокнами (інуліном) для підвищення користі для кишківника, мигдальне борошно попередньо ферментоване для поліпшення засвоюваності та інтенсивності смаку, а вівсяне борошно оброблене парою для покращення зв'язування тіста, зменшення клейкості та додання приємної текстури, що разом забезпечує унікальний смаковий профіль, покращену текстуру та підвищену функціональну цінність печива.

Таблиця 1.

Функції обраного виду борошна у веганському печиві

Вид борошна	Функція у печиві	Інноваційне рішення
Рисове	Формує основу, забезпечує легку і хрустку текстуру	Легко прожарене для більш насиченого аромату та природної солодкості
Кукурудзяне	Додає зернистість, колір та легку щільність	Змелене з додаванням невеликої кількості пребіотичних волокон (інулін) для користі травлення
Мигдальне	Надає м'якість, аромат і ніжність	Попередньо ферментоване для покращення смаку та засвоюваності
Вівсяне	Підвищує утримання вологи	Легка обробка парою для покращення структури тіста



В якості рідких та зв'язуючих компонентів використані **рослинна жирова композиція та аквафаба**, що забезпечують пластичність тіста і пористу структуру печива. **Ксантанова камедь** додана для стабілізації структури, **розпушувач** — для підняття тіста, а натуральні добавки (какао, ванілін, екстракт розмарину) покращують смак, аромат і термін зберігання. Така сировинна база дозволяє отримати **харчово цінний, технологічно стійкий та органолептично привабливий продукт**, який відповідає вимогам сучасного веганського та безглютенового харчування [3].

Цукор виконує роль основного підсолоджувача та карамелізуючого агента. Він не лише надає печиву солодкий смак і привабливий колір під час випікання, а й сприяє формуванню структури виробу через взаємодію з білками та крохмалем.

Таблиця 2.

Рецептурний склад нових видів веганських кондитерських виробів

Сировина	Кількість, г
Рисове борошно (40 %)	180
Кукурудзяне борошно збагачене інуліном (30 %)	135
Мигдальне борошно (20 %)	90
Вівсяне борошно (10 %)	45
Цукор кокосовий	220
Рослинна жирова композиція (кокосова + соняшникова 60:40)	180
Аквафаба з нуту (6–8 % сухих речовин)	120
Какао-порошок темний	60
Розпушувач	7
Ксантанова камедь	1
Сіль	2
Натуральний ванільний екстракт	За смаком
Натуральний антиоксидант (екстракт розмарину)	0,05 % від маси жиру

Рослинна жирова композиція (кокосова олія та соняшникова олія у співвідношенні 60:40) формує пісочну структуру печива, робить його пластичним і стійким під час формування та випікання.

Аквафаба — рідкий екстракт з нуту, який використовується як заміник яєць. Вона забезпечує зв'язування інгредієнтів, створює пористу структуру та еластичність тіста, що особливо важливо для безглютенових виробів.

Ксантанова камедь використовується як загусник та стабілізатор. Вона компенсує відсутність глютену, утримує вологу та забезпечує еластичність тіста. Завдяки ксантану печиво зберігає форму під час випікання і не кришиться, а готовий продукт має однорідну текстуру і приємну структуру [4].

Розпушувач забезпечує легку пористу структуру печива, сприяє підняттю виробів під час випікання та робить їх м'якими всередині, зберігаючи хрусткість скоринки.



Какао-порошок, ванільний екстракт та натуральний антиоксидант (екстракт розмарину) додають печиву смак і аромат, а екстракт розмарину додатково стабілізує жири, подовжуючи термін зберігання продукту без хімічних консервантів.

У процесі підготовки борошна для виробництва печива рисове борошно підсушують у духовці або сушильній шафі при 100–120 °С протягом 10–15 хвилин, що забезпечує карамелізацію природних цукрів і формує насичений аромат; кукурудзяне борошно змішують із 5 г інуліну ($\approx 5\%$ від маси борошна) і ретельно перемішують до однорідності для підвищення функціональної цінності та користі для кишківника; мигдальне борошно ферментують при 25–30 °С протягом 6 годин, після чого висушують і просіюють, що покращує його засвоюваність і інтенсивність смаку; вівсяне борошно обробляють гарячою парою протягом 5–10 хвилин, що забезпечує часткову денатурацію білків і крохмалів, покращує зв'язування тіста, зменшує його клейкість і надає приємну текстуру, разом формуючи оптимальну структуру та унікальний смаковий профіль печива [5].

На етапі підготовки сировини всі сухі компоненти — рисове, кукурудзяне, мигдальне та вівсяне борошно, крохмаль, какао-порошок, ксантанова камедь та розпушувач — зважуються відповідно до рецептури та просіюються для видалення грудочок, сторонніх домішок і насичення борошна киснем, що забезпечує однорідне змішування та поліпшення текстури печива. Одночасно готуються рідкі компоненти — аквафаба, рослинна жирова композиція та ванільний екстракт, які попередньо змішуються до утворення однорідної емульсії.

На наступному етапі сухі та рідкі інгредієнти об'єднуються у міксері до отримання однорідного, пластичного та еластичного тіста, при цьому ксантанова камедь формує структуру, а аквафаба забезпечує зв'язуючі та пінні властивості, а при необхідності консистенція тіста коригується додаванням невеликої кількості борошна або рідини. Далі тісто формують у вироби за допомогою лотків або ручного дозатора, забезпечуючи однаковий розмір і товщину печива для рівномірного випікання, після чого вироби випікають при оптимальній температурі до утворення хрусткої скоринки і м'якого центру.

Після випікання печиво охолоджують до кімнатної температури та упаковують у герметичну тару для збереження форми, смаку та органолептичних властивостей. Контроль на всіх етапах забезпечує однорідність, технологічну стабільність та високі органолептичні показники готового продукту.



ЛІТЕРАТУРА

1. Бондар Н. П. Використання аквафаби як замітника яєць у технології веганських десертів / Н. П. Бондар, О. О. Коваленко // Харчова наука і технологія. — 2021. — № 4. — С. 12–18.
2. Дорохович В. В. Технологія кондитерських виробів спеціального призначення : підручник / В. В. Дорохович. — К. : НУХТ, 2015. — 340 с.
3. Іоргачова Г. В. Інноваційні технології кондитерських виробів : монографія / Г. В. Іоргачова, О. В. Макарова. — Одеса : Симекс-прінт, 2016. — 244 с.
4. Король О. А. Вплив інуліну на структурно-механічні властивості безглютенового тіста / О. А. Король // Технічні науки та технології. — 2020. — Вип. 2. — С. 85–92.
5. Павлюк Р. Ю. Розробка нових видів безглютенових борошняних кондитерських виробів функціонального призначення / Р. Ю. Павлюк та ін. // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв. — 2019. — № 1. — С.45–56.

УДК 685.31

Анастасія ОБЕЛЕЦЬ

магістр

Антоніна БАБИЧ

к.т.н., доцент, доцент кафедри технології моди,

Київський національний університет технологій та дизайну

РОЗРОБКА ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ВЗУТТЯ ЖІНОЧОГО АСОРТИМЕНТУ З ВИРОБНИЧИХ ВІДХОДІВ

Використання виробничих відходів шкіряних матеріалів для виготовлення авторських моделей взуття сприяє глобальному зменшенню відходів і збереженню первинного сировинного ресурсу планети для майбутніх поколінь [1, 2].

Сучасний розвиток суспільства все більше орієнтований на ощадне споживання ресурсу і розумну експлуатацію готових виробів. З'являються інноваційні технології та матеріали для догляду за речами, які дозволяють підтримувати їх естетичний баланс і подовжують термін експлуатації, а також дизайнерські рішення щодо простоти і технологічності конструкції виробів [3], що дозволяють їх використання довгий час не втрачаючи складової відповідності виробу тенденціям моди і сучасності конструкції.

Виготовлення функціонально-придатного побутового взуття з шкіряних відходів виробництва можливе лише за рахунок не стандартного і творчого



бачення дизайнера та його авторської ідеї [4, 5]. Такі вироби є одиничними і не схожими між собою, навіть якщо в основі лежить єдина творча ідея. Виготовлені за принципом апсайклінгу вироби з відходів можуть мати єдину конструкцію, однак будуть вирізнятись з поміж інших кольоровим чи фактурним акцентом матеріалу, кількістю деталей і швів, способом з'єднання матеріалів тощо.

Метою даної роботи є використання апсайклінг технологій для виготовлення сучасного дизайнерського взуття з відходів шкіряних матеріалів.

В процесі вивчення і дослідження питання виявлено, що відходи шкіряних матеріалів можливо використати повторно без переробки. Єдина умова для цього – розгледіти майбутній шедевр у купі сміття. Зрозуміти і поєднати непоєднувані структури і фактури, створюючи при цьому нові сучасні напрями та стилі в моді.

На етапі дизайнерського задуму при роботі над творчим проєктом розробниками було вирішено, що екземпляри колекції дизайнерського взуття буде виготовлено з шкіряних відходів взуттєвого виробництва (рис.1), при цьому вироби будуть функціональними та носибельними.



Рис.1 Візуалізація шкіряних відходів для втілення авторської ідеї

Проектування конструкції виробів дизайнерської колекції в стилі «sport-street» було виконано в програмі Delcam CRISPIN ShoeMaker, що є дуже простим у використанні рішенням для 3d проектування взуття різних видів. ShoeMaker об'єднує 3d колодоки, дизайн верху і підошви в єдиному середовищі. У функції ShoeMaker входять 3d розгортка шаблонів, окреслення стильових ліній, створення елементів виробу, текстур, кольорів і товщин матеріалів згідно бібліотеки ресурсу (рис.2).

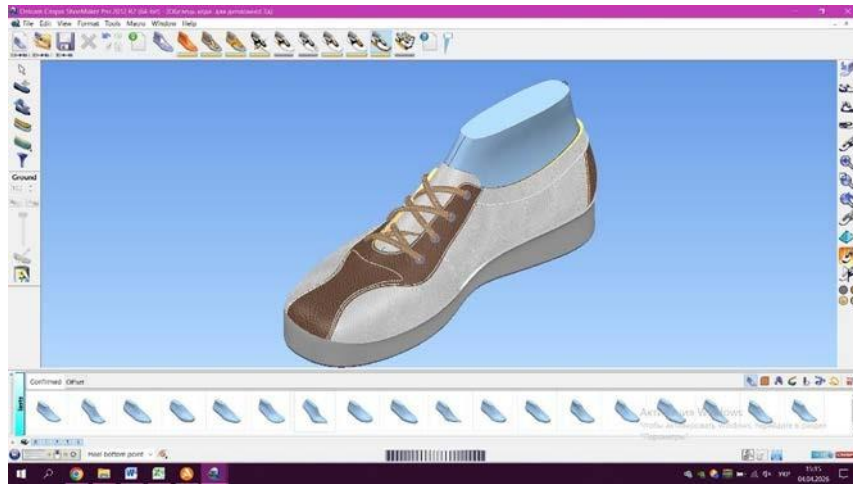
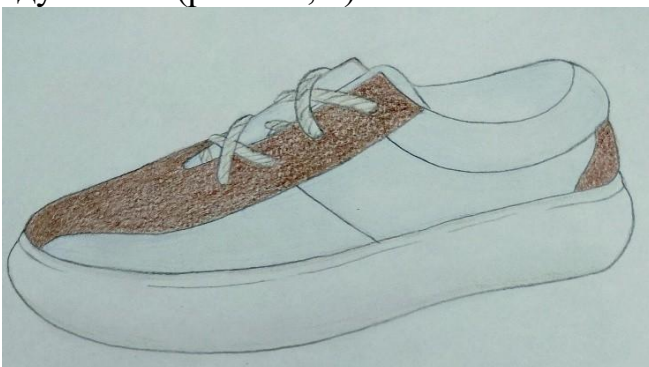


Рис. 2. Візуалізація розробленого взуття в програмі Crispin Shoemaker

Візуалізація дизайнерської ідеї представлена у якості ескізу і пробного зразка готового виробу виготовленого за класичною технологією з різних матеріалів, а саме з виробничих відходів – натуральної шкіри хромового методу дублення (рис. 3 а, б).



А



Б

Рис.3. Візуалізація дизайн ідеї :
а-ескізне зображення взуття; б-зразок виготовленого взуття з виробничих відходів.

В результаті дослідження автори дійшли висновку, що світ дизайну є унікальним та інноваційним. Сміливе дизайнерське бачення призводить до творчих експериментів, використання інноваційних матеріалів і технологій.

Вважаємо даний науковий проєкт актуальним у наш час, оскільки він сприяє розвитку дизайнерського мислення студента, молодого дизайнера-



початківця, дає можливість урізноманітнити конструктивно-технологічне рішення виробу, створити новий стиль і напрям в моді. І головне у такий спосіб можна спробувати зменшити кількість відходів і виготовити ексклюзивні вироби практично безкоштовно.

ЛІТЕРАТУРА

1. Огляд ринку. Вітчизняна індустрія моди. *Мій бізнес*. URL: <https://msb.aval.ua/ru/news/?id=24843> (дата звернення: 21.05.2026).
2. Походенко К. Р. Стала мода як предмет наукових досліджень. *Вісник КНУКІМ. Серія «Мистецтвознавство»*. 2021. Вип. 45. С. 249–256. DOI: <https://doi.org/10.31866/2410-1176.45.2021.247403>
3. Стопа і раціональне взуття. *Медична енциклопедія*. URL: <http://www.medical-enc.ua/stopa/rol-kabluka-v-konstrukcii-obuvi.shtm> (дата звернення: 21.05.2026).
4. Бабич А. І., Поповкін І. А. Розробка колекції сучасного взуття жіночого асортименту з використанням еко матеріалів. *Вісник ХНУ*. 2021. № 6. С. 1–5.
5. Розробка колекції жіночого взуття в еко-стилі з вживаних речей / А. І. Бабич та ін. *Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки»*. 2020. № 3 (285). С. 198–203.
6. Головні правила сучасного дизайну. *RemontBP*. URL: <https://www.remontbp.com/sovremennyj-interer-2020/> (дата звернення: 21.05.2026).
7. Use of creative methods and untypical materials in the design of fashion industry products / M. Leshchyshyn et al. *ICAMS 2022 : Proceedings of the 9th International Conference on Advanced Materials and Systems* (Bucharest, Romania, 26–28 October 2022). Bucharest, 2022. P. 487–492. DOI: <https://doi.org/10.24264/icams-22.V.3>

УДК: 637.05

Василь ПАСІЧНИЙ,
д.т.н., професор,
Євгенія ШУБІНА,
доктор філософії,

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна



ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ФОРМУВАННІ ХАРАКТЕРИСТИК ФАРШЕВИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ М'ЯСА ПТИЦІ ТА ГІДРОБІОНТІВ

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості особлива увага приділяється створенню продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю, а також стабільними функціонально-технологічними властивостями. Актуальність таких досліджень зумовлена необхідністю оптимізації рецептурного складу продуктів з урахуванням принципів раціонального харчування та ефективного використання сировинних ресурсів. Одним із перспективних напрямів є розроблення комбінованих м'ясних систем із використанням альтернативних джерел білка, зокрема рибної сировини.

Поєднання м'ясної та рибної сировини дозволяє суттєво покращити амінокислотний склад продукції, підвищити її біологічну цінність і засвоюваність. Рибна сировина характеризується високим вмістом повноцінних білків, поліненасичених жирних кислот та мікроелементів, що робить її доцільною для використання у складі комбінованих напівфабрикатів. Водночас введення рибного компонента може впливати на структурно-механічні характеристики фаршевих систем, що потребує додаткової стабілізації.

Важливу роль у формуванні структури фаршевих систем відіграють гідроколоїди, серед яких особливе місце займає карагенан. Завдяки здатності зв'язувати значну кількість води, утворювати гелеві структури та підвищувати в'язкість системи, карагенан сприяє покращенню текстурних характеристик і зменшенню втрат вологи під час термічної обробки. Це особливо важливо при створенні продуктів із комбінованою білковою основою, де необхідно забезпечити стабільність дисперсної системи.

Об'єктом дослідження були модельні фаршеві системи на основі філе курчат-бройлерів із частковою заміною на фарш хеку та різним рівнем внесення карагенану (2,8 % і 5,2 %). Було сформовано чотири варіанти зразків: контрольні (без використання рибної сировини) та дослідні (із додаванням 10 % фаршу хеку). Такий підхід дозволив оцінити як індивідуальний, так і комбінований вплив білкової сировини різного походження та концентрації гідроколоїду на якісні характеристики системи.

Визначення функціонально-технологічних показників здійснювали за такими параметрами: масова частка вологи, активна кислотність (рН) та водозв'язуюча здатність. Для проведення досліджень використовували загальноприйняті методики аналізу, що забезпечують відтворюваність та достовірність отриманих результатів.

За результатами досліджень встановлено, що рецептурні чинники суттєво впливають на властивості фаршевих систем. Масова частка вологи перебувала в межах 71,21–74,85 %, при цьому максимальні значення характерні для зразків із додаванням рибної сировини та нижчим вмістом карагенану.



Це може бути пов'язано з підвищеною гідратаційною здатністю білків риби та їхньою взаємодією з водою.

Значення рН варіювали в діапазоні 6,02–6,32, що свідчить про стабільність досліджуваних систем і відсутність небажаних процесів, зокрема окиснювальних або мікробіологічних змін. Отримані значення знаходяться в межах, характерних для м'ясних фаршевих систем, що підтверджує доцільність використання обраних інгредієнтів.

Аналіз вологозв'язуючої здатності показав, що збільшення концентрації карагенану до 5,2 % сприяє підвищенню показників ВЗЗа (до 69,51 %) у контрольних зразках. Це підтверджує ефективність карагенану як інгредієнта, здатного інтенсивно зв'язувати вологу та стабілізувати систему. Водночас у зразках із додаванням рибної сировини спостерігалось значне підвищення водозв'язувальної здатності відносно маси вологи у зразку (до 95,31 %), що свідчить про формування більш щільної та стабільної просторової структури.

Синергетичний ефект поєднання карагенану та рибних білків проявляється у покращенні структуроутворення, підвищенні стабільності гелевої матриці та зниженні втрат вологи. Крім того, введення фаршу хеку сприяє формуванню більш однорідної консистенції, що позитивно впливає на органолептичні показники готової продукції.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що використання комбінованої білкової сировини разом із гідролоїдами є ефективним інструментом регулювання функціонально-технологічних властивостей фаршевих систем. Найбільш оптимальні показники досягнуті при внесенні 10 % фаршу хеку та 2,8 % карагенану, що забезпечує високий рівень водозв'язування, покращені текстурні характеристики та стабільність структури.

Таким чином, запропонований підхід може бути використаний при розробленні нових видів м'ясних напівфабрикатів комбінованого складу з підвищеною харчовою цінністю, покращеними технологічними властивостями та подовженим терміном зберігання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гередчук А. М., Пасічний В. М., Мацук Ю. А., Костенко В. С. Розробка технології рибних січених напівфабрикатів з рослинними збагачувачами // Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки». 2023. № 2. С. 31–35. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2022-2-5>



УДК 664.665:664.681:637.146.34:637.524.2

Марія РАЦУК

к.т.н., доцент

Тетяна ЮРОВА

ст. викладач

Соломія Олександра СОНІЧЕВА

здобувач вищої освіти

Херсонський національний технічний університет

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ КЛІТКОВИН ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Харчові волокна, або дієтичні волокна, – це ті частини рослинної їжі, які наш організм не може розщепити ферментами в верхніх відділах травного тракту. Це комплекс рослинних біополімерів, які формують стінки клітин рослин і залишаються стійкими до травних ферментів людини в тонкому кишечнику. Вони проходять далі, де або ферментуються корисними бактеріями в товстому кишечнику, або виводяться, виконуючи важливу роботу: регулюють травлення, зв'язують шкідливі речовини і підтримують баланс мікрофлори.

Ці речовини включають целюлозу, пектини, геміцелюлози, лігнін та інші сполуки, які колись вважали просто баластом, а сьогодні визнали одним з ключових елементів здорового харчування.

Користь харчових волокон для здоров'я важко переоцінити. Регулярне споживання клітковини знижує ризик серцевих захворювань на третину, допомагає контролювати вагу завдяки тривалому відчуттю ситості і слугує засобом профілактики цукрового діабету. Волокна виводять надлишок холестерину, нормалізують тиск і підтримують імунітет. Також вони зменшують системне запалення і можуть покращувати когнітивні функції. Додатково харчові волокна зв'язують важкі метали і токсини, виводячи їх природним шляхом [1].

Наразі більшість українців споживають недостатню кількість харчових волокон на добу. виправити це можна, додавши до свого раціону продукти з високим вмістом харчових волокон: цільні злаки, бобові, фрукти, овочі, горіхи і насіння. Це простий і смачний спосіб підвищити рівень споживання клітковини і поліпшити здоров'я.

Інший спосіб збільшення кількості харчових волокон в раціоні – введення їх під час приготування до складу харчових продуктів. Отримані продукти можна з впевненістю вважати функціональними. Вони містять у своєму складі речовини із заданим фізіологічним ефектом, а також мікронутрієнти, у тому



числі вітаміни, антиоксиданти, та можуть бути також корисними в лікуванні захворювань, які є наслідком класичного дефіциту харчових речовин.

Наразі проведено багато досліджень щодо збагачення рослинними клітковинами майже всіх груп продуктів харчування. На базі кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції (ХТЕБХП) досліджено можливість додавання різних харчових волокон до м'ясних, кисломолочних, хлібобулочних та кондитерських виробів [2-6].

При виборі харчових волокон враховували їх харчову та енергетичну цінність, наявність корисних сполук та вплив на організм людини. Окрім цього, увага приділялась технологічним аспектам, а саме, відсутності додаткових операцій та виробничого устаткування.

Коротка характеристика рослинних клітковин, які додавали до складу харчових продуктів, наведена в табл. 1.

Як свідчить аналіз таблиці, кожна з рослинних клітковин має комплекс корисних властивостей для організму людини, тому збагачення ними продуктів харчування є доцільним.

Таблиця 1.

Характеристика рослинних клітковин

Харчова (поживна) та енергетична цінність (калорійність) в 100 г	Наявність корисних сполук	Вплив на організм людини
1	2	3
Ляна клітковина		
Білки – 34,0 г; Жири – 12,0 г; Вуглеводи – 9,0 г. 275 ккал / 1152,25 кДж	<i>Вітаміни:</i> А, К, РР, Е, вітаміни групи В; <i>Макро - і мікроелементи:</i> кальцій, магній, сірка, фосфор, залізо, мідь, нікель, селен, цинк; <i>жирні кислоти</i> омега-3, омега-6 <i>амінокислоти.</i>	- Покращує роботу травної системи; - Нормалізує рівень холестерину; - Сприяє виведенню токсинів; - Допомагає контролювати вагу; - Підтримує здоров'я серцево-судинної системи .
Пшенична клітковина		
Білки – 15,0 г; Жири – 10,0 г; Вуглеводи – 12,0 г. 315 ккал / 1319,85 кДж	<i>Вітаміни:</i> Е, В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₆ , С, РР, Н, каротин; <i>Макро - і мікроелементи:</i> калій, кальцій,	- Активізує процесу утворення жовчі; - Виводить токсичні речовини; - Допомагає при отруєнні;



Продовження таблиці 1.

1	2	3
	кремній, магній, натрій, сірка, фосфор, хлор, алюміній, бор, залізо, йод, кобальт, марганець, мідь, молібден, нікель, олово, селен, срібло, цинк.	<ul style="list-style-type: none">- Нормалізує діяльність шлунково-кишкового тракту;- Позитивно впливає на роботу сечовидільної системи.
Клітковина насіння гарбуза		
Білки – 26,5 г; Жири – 9,5 г; Вуглеводи – 18,2 г. 363 ккал / 1520,97 кДж	<i>Вітаміни:</i> групи В, С, А, D, Е, К; <i>Макро - і мікроелементи:</i> калій, цинк, залізо, кальцій, фосфор, селен, марганець; <i>жирні кислоти,</i> <i>каротиноїди, флавоноїди,</i> <i>пектини, фітостерини,</i> <i>лецитин.</i>	<ul style="list-style-type: none">- Виводить з організму токсичні речовини, надлишок холестерину;- Рекомендується при гельмінтних інвазіях і ожирінні;- Має протизапальну, антитоксичну, антисклеротичну дію;- Активізує травлення, нормалізує водно-сольовий обмін.
Конопляна клітковина		
Білки – 28 г; Жири – 9,2 г; Вуглеводи – 12 г. 380 ккал / 1590 кДж	<i>Вітаміни:</i> А, групи В (В ₁ , В ₂), С, D, Е, К; <i>Макро - і мікроелементи:</i> фосфор, залізо, калій, кальцій, марганець, цинк, магній і сірка; <i>Жирні кислоти</i> омега-3 і омега-6, <i>фітостероли, фосфоліпиди,</i> <i>протеїн,</i> <i>антиоксиданти.</i>	<ul style="list-style-type: none">- Зміцнює нервову систему;- Знижує ризик розвитку атеросклерозу;- Виводить шлаки і токсичні речовини з організму;- Нормалізує рівень цукру в крові;- Покращує роботу кишечника, нирок, печінки та сечового міхура.
Клітковина з висівок жита		
Білки – 11 г Жири – 3 г Вуглеводи – 56,8	<i>Вітаміни:</i> А, Е, вітаміни групи В; <i>Макро - і мікроелементи:</i>	<ul style="list-style-type: none">- Перешкоджає зростанню рівня глюкози в крові після їжі;- Знижує ожиріння, нормалізує



Продовження таблиці 1.

1		2		3	
Г					
кДж	284 ккал/1088	калій, кальцій, фтор, мідь, цинк, магній, селен, хром.		вагу; - Сприяє очищенню організму від токсинів, виведенню нітратів.	
Кунжутна клітковина					
кДж	423 ккал/1772	<i>Вітаміни:</i> групи В, С, Е, F, РР; <i>Макро- та мікроелементи:</i> калій, кальцій, кобальт, фосфор, натрій, марганець, магній, залізо, мідь; <i>Жирні кислоти, пектини, фітостероли, фосфоліпіди.</i>		- Покращує травлення; - Нормалізує рівень цукру в крові; - Виводить шлаки та токсини; - Сприяє збільшенню м'язової маси; - Стимулює перистальтику кишківника; - Допомагає зниженню ваги.	

Встановлено, що додавання наведених харчових волокон до складу сосисок, йогурту, кефіру, цільнозернового хлібу та зтяжного печива не ускладнює технологічний процес виготовлення продуктів. За органолептичними показниками одержані вироби в цілому відповідають вимогам відповідних нормативних документів. Спостерігаються невеликі зміни в кольорі – він стає дещо темнішим ніж у відповідних продуктів, що виготовлені без додавання харчових волокон. Також вироби набувають присмак, притаманний відповідним видам рослинних клітковин. Серед рослинних волокон, що додавали до харчових продуктів, групою споживачів відмічено найбільш приємний смак у виробів з клітковиною насіння гарбуза та з клітковиною висівок жита.

Зважаючи на одержані результати, а також на те, що волокна мають комплекс позитивних властивостей, які передають продукту, вважаємо, що збагачення харчових продуктів рослинними клітковиною є перспективним та актуальним напрямком. Надалі пропонується розширити перелік рослинних компонентів за рахунок нетрадиційної сировини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Марченко Я. Харчові волокна це: повний гід для початківців і профі.
URL: <https://duflu.org.ua/harchovi-volokna-cze-povnyj-gid-dlya-pochatkivcziv-i-profi/> (дата звернення: 26.03.2026)

2. Радук М .Є., Сарібекова Д. Г., Водяницька З. М. Одержання варених ковбасних виробів з харчовими волокнами. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 2. С. 169-173.



3. Рацук М. Є., Юрова Т. А., Казмирчук О. В. Оцінювання якості та безпечності йогуртів з харчовими волокнами. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2023. №1 (84). С. 107-111.

4. Рацук М. Є., Юрова Т. А., Сарібєкова Ю. Г., Чихун О. В. Оцінювання якості збагаченого бездріжджового хліба з різних видів борошна. *Вісник Хмельницького національного університету*. 2024. № 1. С. 116-120.

5. Рацук М. Є., Юрова Т. А., Нюнькіна А. В. Функціональні кисломолочні продукти з рослинними клітковинами. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету*. 2024. № 40. С. 45-50.

6. Шепель В., Рацук М. Приготування затяжного печива з рослинними волокнами. *Оздоровчі харчові продукти та дієтичні добавки: технології, якість та безпека* : матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 12 листопада 2025 р. НУХТ, 2025 р. С. 25-26.

УДК 665.585.3+667.7

Людмила САЛЄБА

*кандидат технічних наук, завідувач кафедри
хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції*

Андрій РИМСЬКИЙ

здобувач освітнього ступеня магістр спеціальності

G1 Хімічні технології та інженерія

Херсонський національний технічний університет,

м. Хмельницький, Україна

РОЗРОБКА ГІПОАЛЕРГЕННОЇ ФАРБИ ДЛЯ ВОЛОССЯ

Протягом останніх десятиліть поширеність алергічних захворювань суттєво зростає: симптоми гіперчутливості хоча б раз у житті відчували близько 40% населення. Це зумовлено поєднанням генетичних, імунологічних та зовнішніх факторів. За оцінками [1], 1 – 5% населення мають алергічні прояви, найчастіше контактний дерматит, на косметичні засоби. Особливу увагу привертають перманентні фарби для волосся, основними алергенами в яких є ароматизатори, консерванти, барвники та їх прекурсори. Зростання чутливості споживачів і попит на безпечну косметику зумовлюють необхідність розробки фарб із мінімізованим алергенним потенціалом, що є важливим як для споживачів, так і для фахівців індустрії краси.

Волосся – складна біологічна система, що складається переважно з фібрилярного білка кератину. Кератин, завдяки наявності аміно- і карбоксильних груп, характеризується амфотерними властивостями, що забезпечує його здатність взаємодіяти з різними хімічними речовинами. Природний колір волосся обумовлений пігментами меланінового типу:



еумеланін відповідає за темні відтінки, феомеланін – світлі та руді кольори. Механізм фарбування волосся залежить від типу барвника, необхідної стійкості забарвлення і наявності природних пігментів. Засоби перманентного (окислювального) фарбування передбачають утворення барвника безпосередньо всередині кортексу волосини. Процес базується на взаємодії трьох основних компонентів: сполучної речовини, речовини-попередника барвника (прекурсору) та окисника, з утворенням складних макромолекул – похідних хінонів, хінонімінів, індамінів та феназінів. Для забезпечення проникнення цих компонентів всередину волосини використовуються допоміжні агенти, які розкривають кутикулу. Утворені пігменти мають значні розміри, що запобігає їхньому вимиванню, забезпечуючи тривалий ефект протягом 6 – 8 тижнів. Однак агресивні умови проведення реакції фарбування, часто призводять до незворотного пошкодження структури кератину, що вимагає розробки більш м'яких формул.

Регулювання використання компонентів у Європі здійснюється відповідно до Регламенту (ЄС) №1223/2009, а в Україні – за Технічним регламентом, що набуває повної чинності у 2026 році. Ці документи містять суворі обмеження щодо максимальних концентрацій барвників. Наприклад, для PPD максимальна концентрація становить 2,0% у суміші, що наноситься на волосся. Проте навіть у межах дозволених концентрацій ці речовини залишаються потужними сенсibilізаторами, що обумовлює необхідність пошуку альтернатив із меншим алергенним потенціалом.

Таблиця 1.

Компонент	Макс. конц. на волоссі (%)	Класифікація сенсibilізації	Показник LLNA EC3, % [4]
m-Aminophenol	1,2	Сильна	0,24
p-Aminophenol	0,9	Сенсаційна	-
Toluene-2,5-diamine	2,0	Екстремальна	0,31
Resorcinol	1,25	Сильна	1,4
p-Phenylenediamine	2,0	Екстремальна	0,06 – 0,1

Алергеном може виступати як чиста речовина, так і її окиснені форми або кон'югати з білками шкіри. Найбільш поширеними алергенами є синтетичні ароматичні аміни: парафенілендіамін, толуен-2,5-діамін, резорцин та інші. Статистика свідчить, що близько 6,8% користувачів відчувають несприятливі шкірні реакції, причому у перукарів ризик професійної сенсibilізації є значно вищим через постійну експозицію [1, 2]. Це підтверджує необхідність розробки формул, де агресивні прекурсори замінені на модифіковані похідні з меншою реакційною здатністю щодо білків шкіри.

Концепція гіпоалергенності передбачає виключення інгредієнтів із високим сенсibilізуючим потенціалом. Основним кроком у даній роботі стало



використання модифікованих похідних парафенілендіаміну (PPD) та резорцину. PPD є екстремальним сенсibilізатором (табл.1). Введення метоксиметильної бічної групи призводить до утворення 2-Methoxymethyl-p-Phenylenediamine (ME-PPD). Така модифікація значно знижує спорідненість молекули до T-клітинних рецепторів імунної системи. Показник ЕС3 для ME-PPD становить 4,3%, що класифікує його як помірний сенсibilізатор.

Дослідження крос-реактивності [3] показали, що пацієнти з уже наявною алергією на PPD значно краще переносять ME-PPD. Зокрема, у тестах відкритого застосування лише 48% осіб реагували на ME-PPD порівняно з 84% реакцій на стандартний PPD, а інтенсивність проявів була набагато слабшою. Це робить ME-PPD ключовим компонентом для зниження ризику первинної сенсibilізації.

Резорцин часто викликає подразнення шкіри голови. У розробленій формулі його замінено на 4-Chlororesorcinol та 2-Methylresorcinol, які визнані безпечними Комітетом SCCS при встановлених рівнях концентрації. Вони дозволяють регулювати напрям кольору, надаючи попелясті або теплі відтінки, і мають менший алергенний потенціал порівняно з вихідною сполукою. Для посилення глибини кольору введено 2-Amino-3-Hydroxypyridine, який у низьких концентраціях формує натуральні мідні або червоні тони без підвищення ризику подразнення.

Рецептура гіпоалергенної фарби розроблена як стабільна емульсійна система, що забезпечує рівномірне нанесення та захист структури волосся під час процесу фарбування. Для стабілізації системи обрано емульгуючу пару Glyceryl Stearate та Cetareth-20 (47:53). Розрахований HLB суміші олій становить 10, що відповідає обраному співвідношенню емульгаторів і забезпечує агрегативну стійкість емульсії протягом терміну придатності.

Гідролізований кератин і Polyquaternium-6 нейтралізують негативний заряд волосся в лужному середовищі та зміцнюють його структуру. Dimethicone утворює захисну плівку, надаючи блиск і запобігаючи висушуванню. Олія чорного кмину (Nigella Sativa Seed Oil) завдяки тимохінону заспокоює шкіру голови. Часткова заміна аміаку етаноламіном зменшує запах і забезпечує м'якше розкриття кутикули. Використання Tetrasodium Glutamate Diacetate (GLDA) як більш екологічної альтернативи EDTA, що ефективно зв'язує іони металів, запобігаючи розкладу перекису водню та забезпечуючи чистоту отриманого кольору.

Таким чином, розроблена рецептура поєднує прекурсори з меншим ризиком сенсibilізації без втрати якості фарбування. Введення до складу фарби протизапальних компонентів, гідролізованого кератину, гліцерину і диметикону робить її придатною для чутливої шкіри. Компонент GLDA та біосумісні емоменти покращують екологічність продукту.



ЛІТЕРАТУРА

1. Uter W., Strahwald J., Hallmann S., et al. Systematic review on skin adverse effects of important hazardous hair cosmetic ingredients with a focus on hairdressers. *Contact Dermatitis*. 2023. Vol. 88(2), P. 93-108. doi:10.1111/cod.14236
2. He L., Michailidou F., Gahlon H.L., Zeng W. Hair dye ingredients and potential health risks from exposure to hair dyeing. *Chem. Res. Toxicol.* 2022. Vol. 35 (6), P. 901–915. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.1c00427>
3. Kock M., Goebel C., Mihailescu L., Seib M., Malesa A., Gaspari A.A., Blömeke B. Usage and Behavioral Data of Consumers Using Hair Dye Products Containing 2-Methoxymethyl-P-Phenylenediamine. *Cosmetics*. 2025. Vol. 12(5), P. 192. <https://doi.org/10.3390/cosmetics12050192>
4. CIR Reports. URL: <https://cir-reports.cir-safety.org/> (date of access: 30.03.2026).

УДК 665.585:615.263.63:661.185:615.282

Людмила САЛЄБА

кандидат технічних наук, завідувач кафедри

Ольга СЕМЕШКО

доктор технічних наук, професор

Олександра КОНОФОЛЬСЬКА

здобувач освітнього ступеня магістр спеціальності

G1 Хімічні технології та інженерія

кафедра хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції

Херсонський національний технічний університет

АНАЛІЗ ІНГРЕДІЄНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ШАМПУНІВ ПРОТИ ЛУПИ

В умовах сучасного життя, а особливо під час воєнного стану в Україні, підвищений рівень стресу, порушення харчування та обмежений доступ до якісних засобів догляду сприяють погіршенню стану шкіри голови. Це обумовлює необхідність створення ефективних, безпечних та доступних косметичних засобів по догляду за шкірою голови і волосся. До основних проблем волосся і шкіри голови належать: вплив агресивних чинників довкілля (забруднення, озон, токсичні сполуки), вікові зміни, ультрафіолетове випромінювання, термічне ушкодження від стайлінгових приладів, дисбактеріоз, паління, а також косметичні процедури й окремі компоненти засобів догляду, що можуть порушувати структуру волосся та баланс



мікробіому [1]. Дослідження показують, що ключову роль у розвитку лупи відіграє порушення мікробіому шкіри голови та активізація умовно-патогенних мікроорганізмів, зокрема грибів роду *Malassezia*. Порушення в мікробіомі можуть спричиняти: появу лупи; свербіж; випадіння волосся; розвиток запальних процесів. Це обґрунтовує необхідність використання засобів із комплексною дією – протигрибковою, антибактеріальною та відновлювальною.

Перспективним напрямом є розробка шампунів, які відзначаються екологічністю, економічністю та можливістю використання натуральних компонентів, таких як рослинні олії, екстракти та мінерали.

Останнім часом набувають популярності тверді шампуні, завдяки своїй екологічності, економічності та високій концентрації активних компонентів. Їх можна поділити на: шампунь-мило, що має високий рівень рН, підходить для глибокого очищення; твердий шампунь, який створюється на основі ПАР і має збалансований рівень рН та вважається універсальним та сухий шампунь, що використовується не для очищення волосся, а лише для абсорбції надлишкового себуму і жиру [2]. Тверді шампуні у порівнянні із рідкими засобами мають низку переваг, оскільки за низького вмісту води у рецептурі, вони не потребують великих доз консервантів, що знижує ризик виникнення алергічних реакцій чи подразнень шкіри. Крім того до складу твердих шампунів часто входять м'які поверхнево-активні речовини, (наприклад, кокоіл ізетіонат натрію (Sodium Cocoyl Isethionate, SCI), кокосульфат натрію (Sodium Coco Sulfate, SCS) та лаурил саркозинат натрію (Sodium Lauryl Sarcosinate) [3], які зменшують подразнення шкіри голови та рослинні олії і екстракти лікарських рослин. До їх рецептури легко ввести функціональні добавки для боротьби з лупою або для відновлення волосся.

Основа рецептури шампуню становлять поверхнево-активні речовини (ПАР). Аніонні ПАР (лаурилсульфат амонію, лауретсульфат натрію, лаурілсаркозинат натрію, лаурилсульфат натрію, альфа-олефісульфонат та лауретсульфат амонію, лаурилсульфоацетат натрію) забезпечують ефективне очищення, видалення шкірного жиру та забруднення, однак можуть пересушувати волосся та підвищувати його електризацію. Тому щоб зменшити негативну дію та пом'якшити миючу дію їх поєднують із м'якшими вторинними ПАР. Катіонні ПАР (хлориди триметилалкіламонію, хлорид або бромід бензалконію тощо) використовуються як кондиціонуючі компоненти: вони нейтралізують негативний заряд волосся, зменшують статичність і мають пом'якшувальну та бактеріостатичну дію. Амфотерні ПАР (алкілімінодипропіонати, амфоацетати та амфодіацетати, кокамідопропілбетаїн) є м'якими, сумісними зі шкірою та знижують подразнювальну дію аніонних ПАР, мають хороші піноутворюючі, піностабілізуючі, миючі та пом'якшувальні властивості. Неіонні ПАР (алкілполіглюкозиди (коко-глюкозид, лаурилглюкозид), етоксильовані жирні спирти, сорбітанові ефіри та полісорбати, похідні жирних кислот і білкові



гідролізати) – найменш агресивні, виконують функції емульгаторів і солюбілізаторів, застосовуються як допоміжні компоненти для пом'якшення дії аніонних ПАР, покращення текстури та стабільності формули. До допоміжних компонентів належать загусники, віддушки, барвники, консерванти, що забезпечують стабільність і необхідні споживчі властивості продукту.

До рецептури шампунів проти лупи вводять активні компоненти: протигрибкові речовини (кетоконазол, клімбазол, піроктон оламін), себорегулюючі агенти (саліцилова кислота, дисульфід селену), а також біоактивні комплекси (Zinc PCA). Додатково застосовують рослинні екстракти та ефірні олії, що мають протизапальні, антимікробні та заспокійливі властивості.

На основі проведеного аналізу літературних джерел розроблено формулу твердого шампуню від лупи з використанням натуральних активних компонентів. Основу засобу складає комплекс ПАР, що містить кокоїлізетіонат натрію, кокосульфат натрію і кокамідопропілбетаїн, загальною кількістю 70%, з додаванням емолену 6% (цетиловий спирт), емульгатору 2% (гліцерил стеарат), солюбілізатору 2% (PEG-40 гідрогенізована рицинова олія) і функціональних добавок: кератолітики (сечовина), агенти, що звожують та відновлюють ліпідні шари шкіри голови (олія нім, олія авокадо, олія ши, вітамін Е, алантоїн, кокосова олія), кондиціонуючі агенти 1% (гідролізат шовку, гідролізований пшеничний протеїн), себорегулятори 0,25% (олія чайного дерева), регулятор рН 0,15% (молочна кислота) для коригування рН в межах 5,0 – 5,5.

Таким чином, наявність у рецептурі комплексу м'яких ПАР та натуральних функціональних компонентів поєднує ефективність і безпечність, відповідаючи сучасним вимогам до екологічних та економічних засобів догляду за волоссям і шкірою голови. Подальші експериментальні дослідження будуть спрямовані на підтвердження функціональності продукту, а саме миючої здатності, піноутворення, ефективності щодо зменшення проявів лупи, свербіж та покращення загального стану шкіри голови і волосся.

ЛІТЕРАТУРА

1. Velasco M.R., Dias T., Freitas A., [et al.]. Hair fiber characteristics and methods to evaluate hair physical and mechanical properties. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2009. Vol. 45(1). P. 153-162. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.scielo.br/j/bjps/a/XZrwDJrKKXh4Q3JwswHJ4vq/?lang=en>
2. Кучеренко М. Що таке твердий шампунь: переваги, особливості, правила використання та зберігання. 2022. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.woodandsoap.in.ua/uk/intervyu-uk/shcho-take-tverduy-shampun-perevahy-osoblyvosti-pravylya-vykorystannya-ta-zberihannya>



3. Hidayana A.R., Ridwan R., Wijaya N.R. Formulation of bar shampoo based on *Eucheuma cottonii* seaweed extract with varying concentrations of sodium cocoyl isethionate. *Jurnal Sains dan Teknologi Reaksi*, 2025. Vol. 23(2). P. 27-37. <https://doi.org/10.30811/jstr.v23i02.8858>

УДК 664:613.2:351.777

Оксана СЕМЕНЧЕНКО,

к.т.н., доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації, ХНТУ, м. Хмельницький.

Валентина ЄВТУШЕНКО,

к.т.н., доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації, ХНТУ, м. Хмельницький.

Артем ДОЦЕНКО,

студент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації, ХНТУ, м. Хмельницький.

ХАРЧОВІ ДОБАВКИ: РЕГУЛЮВАННЯ, БЕЗПЕЧНІСТЬ ТА МАРКУВАННЯ

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості харчові добавки відіграють важливу роль у забезпеченні якості, безпечності та привабливості продуктів харчування. Вони широко використовуються для подовження терміну зберігання, покращення органолептичних властивостей, стабілізації структури продукту та збереження його споживчих характеристик під час транспортування. Разом із тим, зростає занепокоєння споживачів щодо можливого впливу таких речовин на здоров'я людини, що зумовлює необхідність ефективного регулювання їх використання як на національному, так і на міжнародному рівнях.

У глобалізованому світі харчові добавки стали невід'ємною складовою світового продовольчого ринку. У глобалізованому світі їх обіг і використання регламентуються на основі наукових досліджень, міжнародних стандартів і рекомендацій авторитетних організацій. У цьому контексті особливого значення набуває діяльність міжнародних інституцій, які формують загальні принципи безпечності харчових продуктів. Саме тому доцільно розглянути міжнародну систему регулювання харчових добавок як основу для подальшого аналізу.

Міжнародна система контролю харчових добавок базується на діяльності таких структур, як Codex Alimentarius та Об'єднаний комітет експертів ФАО/ВООЗ (JECFA). Codex Alimentarius являє собою сукупність міжнародних стандартів, рекомендацій і кодексів практики, спрямованих на захист здоров'я споживачів і забезпечення добросовісної торгівлі харчовими продуктами.



Водночас ЈЕССА виконує функцію незалежного наукового органу, який здійснює оцінку ризиків, пов'язаних із використанням харчових добавок.

Ключовим поняттям у міжнародній практиці є показник допустимого добового споживання (ADI), який визначає кількість речовини, яку людина може щоденно вживати протягом усього життя без шкоди для здоров'я. Встановлення цього показника базується на аналізі токсикологічних даних, оцінці рівня споживання та визначенні безпечних меж використання добавок у продуктах. Таким чином, міжнародна система регулювання ґрунтується на поєднанні наукового підходу та нормативного закріплення результатів оцінки ризиків.

Переходячи від глобального рівня до регіонального, варто зазначити, що Європейський Союз сформував одну з найбільш розвинених і ефективних систем контролю харчових добавок [1,2]. Європейська модель базується на принципі попереднього дозволу, відповідно до якого кожна добавка може використовуватися лише після проходження процедури оцінки безпеки та включення до офіційного переліку дозволених речовин. Такий підхід забезпечує високий рівень захисту споживачів і мінімізує ризики, пов'язані з використанням нових або недостатньо досліджених речовин.

Важливою складовою європейської системи є використання Е-номерів — стандартизованих кодів, що дозволяють ідентифікувати харчові добавки незалежно від їхньої назви чи мови маркування. Це значно спрощує процес інформування споживачів і забезпечує прозорість у сфері обігу харчових продуктів. Крім того, європейське законодавство передбачає чіткі вимоги до маркування, обмеження щодо використання добавок та обов'язкові попереджувальні написи для окремих категорій речовин.

У цьому контексті особливого значення набуває питання адаптації національного законодавства до міжнародних стандартів. Україна, перебуваючи в процесі євроінтеграції, активно гармонізує свою нормативно-правову базу із законодавством Європейського Союзу [3,4,5]. Основу регулювання харчових добавок в Україні становить законодавство у сфері безпеки та якості харчових продуктів, яке передбачає державну реєстрацію добавок, контроль за їх використанням та встановлення вимог до маркування [6].

Сучасний етап розвитку української системи характеризується переходом до ризик-орієнтованого підходу, який передбачає оцінку впливу харчових добавок на здоров'я людини. Важливим кроком у цьому напрямі стало впровадження нових вимог до харчових добавок, які регламентують їх функціональні класи, допустимі рівні використання та правила маркування. Такий підхід свідчить про поступове наближення України до європейської моделі регулювання.

Особливу роль у забезпеченні безпеки харчових продуктів відіграє маркування, яке є основним джерелом інформації для споживача. Саме через



етикетку споживач отримує відомості про склад продукту, наявність харчових добавок та їх функціональне призначення. Відповідно, якість і повнота маркування безпосередньо впливають на можливість здійснення свідомого вибору.

Порівняльний аналіз показує, що маркування харчових продуктів у Європейському Союзі є більш структурованим і деталізованим. Зокрема, у складі продуктів чітко зазначаються функціональні групи добавок, їх назви або Е-номери, а також надається додаткова інформація про можливі ризики. В Україні, незважаючи на наявність відповідних вимог, у деяких випадках спостерігається використання узагальнених назв, що знижує рівень прозорості інформації для споживачів.

Дослідження практичного застосування харчових добавок у різних категоріях продуктів показало, що у більшості випадків склад продукції в Україні та ЄС не має принципових відмінностей, однак відрізняється рівнем деталізації маркування та способом подання інформації. Для систематизації результатів було виділено три умовні зони ризику: зелена, жовта та червона. Найбільш поширеною є жовта зона, що характеризується наявністю декількох харчових добавок у складі продукту.

Проаналізовано маркування окремих груп добавок, які викликають найбільший інтерес з точки зору безпечності. До таких належать синтетичні підсолоджувачі та підсилювачі смаку, зокрема аспартам, ацесульфам калію та глутамат натрію. Їх широке використання зумовлене технологічною доцільністю, оскільки вони дозволяють знижувати калорійність продуктів і водночас зберігати їх смакові властивості. Разом із тим, безпечність цих речовин визначається виключно в межах встановлених норм споживання. Наприклад, для аспартamu встановлено допустиме добове споживання на рівні 40 мг на кілограм маси тіла. Це означає, що навіть дозволені добавки можуть становити ризик у разі їх надмірного споживання. Аналогічно, глутамат натрію, який широко використовується у снеках і соусах, є безпечним лише за умови дотримання рекомендованих доз.

Особливе значення має оцінка впливу харчових добавок на здоров'я. Важливо зазначити, що більшість із них вважаються безпечними за умов дотримання встановлених норм. Проте існують певні ризики, зокрема алергічні реакції, індивідуальна чутливість до окремих речовин, а також потенційний вплив на поведінку дітей у разі споживання деяких барвників. Крім того, окремі консерванти можуть утворювати шкідливі сполуки за певних умов, що потребує суворого контролю їх використання.

У цьому контексті важливим аспектом є рівень обізнаності споживачів. Дослідження показують, що значна частина населення звертає увагу на склад продуктів, однак не завжди розуміє значення позначень, зокрема Е-номерів. Це свідчить про необхідність підвищення рівня інформованості населення та формування культури відповідального споживання.



Підсумовуючи викладене, можна зробити висновок, що харчові добавки є невід'ємною частиною сучасної харчової системи, однак їх використання повинно супроводжуватися ефективним контролем, чітким маркуванням і свідомим ставленням з боку споживачів. Міжнародна система регулювання базується на наукових принципах і забезпечує високий рівень безпечності, тоді як Європейський Союз демонструє ефективну модель правового контролю.

Україна, у свою чергу, перебуває на етапі активної адаптації до європейських стандартів, що відкриває перспективи для вдосконалення національної системи регулювання. Водночас ключовими завданнями залишаються підвищення прозорості маркування, посилення контролю за обігом харчових добавок та розвиток інформаційної політики у сфері безпечного харчування. Забезпечення безпечності харчових добавок є комплексним завданням, що потребує поєднання наукового підходу, ефективного законодавства та відповідального ставлення як виробників, так і споживачів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives // Official Journal of the European Union.
2. Regulation (EC) No 1331/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 establishing a common authorisation procedure for food additives, food enzymes and food flavourings // Official Journal of the European Union.
3. Про інформацію для споживачів щодо харчових продуктів : Закон України від 06.12.2018 № 2639-VIII : станом на 13 квіт. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2639-19#Text> (дата звернення 13.04.2026).
4. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів : Закон України від 23.12.1997 № 771/97-ВР : станом на 13 квіт. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 15.04.2026).
5. Про захист прав споживачів : Закон України від 12.05.1991 № 1023-XII : станом на 13 квіт. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1023-12#Text> (дата звернення 16.04.2026).
6. Про затвердження вимог до харчових ароматизаторів, вимог до харчових добавок та вимог до харчових ензимів: Наказ МОЗ від 08.01.2024 р. №45 : станом на 13 квіт. 2026 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0120-24/ed20240822#Text> (дата звернення 15.04.2026).



УДК 678.7: 664.8

Оксана СЕМЕНЧЕНКО,

к.т.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції, ХНТУ, м. Хмельницький.

Юлія САРІБЄКОВА,

д.т.н., головний науковий співробітник НДС ХНТУ, м. Хмельницький.

Віолета БЕЗПАЛЬЧЕНКО,

к.х.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції, ХНТУ, м. Хмельницький.

ПОЛІМЕРНЕ ПАКУВАННЯ ДЛЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ: СУЧАСНИЙ СТАН, БЕЗПЕЧНІСТЬ, НОРМАТИВНЕ РЕГУЛЮВАННЯ

У сучасних умовах розвитку харчової промисловості полімерне пакування стало невід'ємною складовою виробничого та логістичного ланцюга. Аналіз розвитку ринку полімерної упаковки в Україні протягом 2020-2025 років свідчить про його стабільне зростання. Частка полімерної упаковки становить понад 40% загального ринку пакування, при цьому домінують традиційні матеріали (PE, PP, PET). Їх роль виходить далеко за межі простого захисту продукту, охоплюючи забезпечення мікробіологічної безпечності, подовження термінів зберігання та збереження органолептичних властивостей. Водночас із розширенням використання полімерів загострюється увага до їх впливу на здоров'я людини. Зокрема, актуальними стають питання міграції хімічних речовин із матеріалів упаковки у харчові продукти та необхідність оцінки нецілеспрямованих доданих речовин (Non-Intentionally Added Substances - NIAS). Паралельно зростає інтерес до екологічно безпечних альтернатив, таких як біополімери, що відповідають концепції сталого розвитку.

Різноманіття полімерних матеріалів, що застосовуються у харчовому пакуванні, зумовлене необхідністю задовольнити широкий спектр технологічних і споживчих вимог. Вибір полімерного матеріалу для пакування харчових продуктів є багатофакторним процесом, що враховує як технологічні, так і безпекові аспекти. Насамперед він залежить від властивостей самого продукту: його кислотності, жирності, вологості та чутливості до кисню. Крім того, важливу роль відіграють умови зберігання та транспортування, зокрема температурний режим і тривалість контакту. Не менш значущими є бар'єрні властивості матеріалу, які визначають його здатність запобігати проникненню газів і вологи.

У сучасних умовах до цих факторів додаються економічні міркування та вимоги нормативного регулювання, що все частіше визначають остаточний вибір матеріалу. Найбільш поширеними залишаються традиційні синтетичні полімери, серед яких поліетилен, поліпропілен, поліетилентерефталат і



полістирол. Ці матеріали вирізняються високою технологічністю, відносно низькою вартістю та добрими бар'єрними властивостями. Саме тому вони й надалі домінують на ринку пакування. Однак їх нафтова природа та відсутність біорозкладності створюють екологічні виклики, а наявність добавок може бути джерелом потенційної міграції небажаних речовин. Питання безпечності полімерного пакування нерозривно пов'язане з явищем міграції, тобто переходу хімічних речовин із пакувального матеріалу в харчовий продукт. Цей процес є природним і залежить від низки факторів, серед яких температура, тривалість контакту та тип харчового середовища.

Для контролю міграції застосовуються два основні показники: загальна міграція, яка відображає сумарну кількість речовин, та специфічна міграція, що стосується окремих компонентів із встановленими граничними рівнями.

Однак особливу складність становлять NIAS, які не входять до початкового складу матеріалу, але утворюються в процесі його виробництва або експлуатації. Саме ці речовини часто залишаються недостатньо дослідженими, що ускладнює їх токсикологічну оцінку та контроль.

На сьогодні особливої уваги набувають біополімери, зокрема полілактид (PLA) і полігидроксиалканоати (PHA). PLA отримують із відновлюваної рослинної сировини шляхом ферментації та подальшої полімеризації, що забезпечує його біорозкладність і відносно низьку токсичність. Водночас його застосування обмежується низькою термостійкістю та чутливістю до вологи. PHA, у свою чергу, синтезуються мікроорганізмами і характеризуються здатністю до повного біорозкладу в природних умовах. Це робить їх найперспективнішими матеріалами майбутнього, хоча їх широке впровадження стримується високою вартістю та обмеженими виробничими потужностями.

Ефективне забезпечення безпечності матеріалів, що контактують із харчовими продуктами, можливе лише за умов функціонування відповідної системи інституційного контролю. У Європейському Союзі ключову роль у цьому процесі відіграє Європейське агентство з безпечності харчових продуктів (EFSA), що здійснює наукову оцінку ризиків, тоді як European Commission формує нормативну базу. В Україні ці функції покладено на Держпродспоживслужбу, що забезпечує державний контроль, та Міністерство охорони здоров'я України, яке встановлює гігієнічні нормативи.

Європейська система регулювання матеріалів, що контактують із харчовими продуктами, є однією з найбільш розвинених у світі. Вона базується на принципах превентивного контролю та включає такі ключові документи, як Regulation (EC) No 1935/2004, Regulation (EU) No 10/2011 та Regulation (EC) No 2023/2006.

Україна протягом останніх років активно рухається у напрямі гармонізації свого законодавства з європейським. Важливим етапом цього процесу стало набуття чинності Закону України № 2718-IX [1].



Цей закон запроваджує принципово нові підходи до регулювання, зокрема: обов'язковість декларації відповідності; впровадження вимог належної виробничої практики; обов'язкову оцінку NIAS; ризик-орієнтований підхід до контролю.

Незважаючи на позитивні зрушення у сфері регулювання, в Україні залишається низка проблем: недостатній рівень лабораторного контролю; обмежена оцінка NIAS; низький рівень впровадження інноваційних матеріалів; відсутність системи переробки та компостування; залежність від імпортової сировини.

В Україні перехід до екологічно безпечних матеріалів відбувається значно повільніше ніж в ЄС. Використання PLA обмежується окремими сегментами, тоді як РНА практично відсутній на ринку. Основними причинами є економічні обмеження та відсутність відповідної інфраструктури. Таким чином, полімерне пакування, як ключовий елемент сучасної харчової індустрії, потребує постійного контролю та вдосконалення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Закон України №2718-IX від 19 листопада 2025 «Про матеріали і предмети, призначені для контакту з харчовими продуктами». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2718-20#Text> (дата звернення: 20.04.2026).

УДК 658.7:504.06:339.37

Надія ТИМЧЕНКО,

к.е.н., доцент,

доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації

Херсонського національного технічного університету

Валентина ЄВТУШЕНКО,

к.т.н., доцент,

завідувач кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації

Херсонського національного технічного університету

«ЗЕЛЕНА» ЛОГІСТИКА ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗДРІБНОГО БІЗНЕСУ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ

У сучасних умовах трансформації економіки та посилення екологічних викликів питання підвищення ефективності логістичних процесів у роздрібному бізнесі набуває особливої актуальності. Логістика формує значну частину операційних витрат підприємств і безпосередньо впливає на рівень їх



конкурентоспроможності. Водночас зростання вартості енергоресурсів, посилення екологічного регулювання та зміна споживчих пріоритетів зумовлюють необхідність переходу до сталих моделей господарювання, серед яких ключову роль відіграє концепція «зеленої» логістики.

Green logistics розглядається як стратегічний напрям розвитку логістичної діяльності, спрямований на мінімізацію негативного впливу на довкілля при одночасному забезпеченні економічної ефективності. Її сутність полягає в інтеграції екологічних та економічних пріоритетів через оптимізацію транспортних потоків, підвищення енергоефективності, використання екологічного пакування та впровадження цифрових рішень [1].

У роздрібному секторі, який характеризується високою інтенсивністю логістичних операцій, впровадження «зелених» рішень демонструє не лише екологічний, а й значний економічний ефект. Так, компанія Walmart реалізує ініціативи у сфері сталого розвитку, спрямовані на зменшення викидів парникових газів, підвищення ефективності операцій та вдосконалення ланцюгів постачання [2]. Подібні підходи реалізує Amazon, яка впроваджує електричний транспорт та інші рішення для декарбонізації доставки, що сприяє оптимізації логістичних процесів і зменшенню негативного впливу на довкілля [3]. Показовим є і досвід логістичного оператора DHL, який упроваджує цифрові та низьковуглецеві рішення, зокрема розширює використання електротранспорту, що сприяє підвищенню ефективності перевезень і зменшенню негативного впливу на довкілля [4].

Водночас важливим є і національний контекст. В Україні прикладом розвитку сучасної логістичної інфраструктури є діяльність компанії «Нова пошта», яка активно розбудовує мережу логістичних сервісів, впроваджує нові формати доставки та автоматизує процеси оброблення відправлень. Розвиток мережі поштоматів і відділень дозволяє оптимізувати процес доставки та підвищити її ефективність [5].

Компанія Meest пропонує комплексні логістичні рішення для бізнесу, які включають складські операції, оброблення, сортування та доставку товарів, що сприяє оптимізації логістичних витрат і підвищенню якості обслуговування клієнтів [6,7]. У сфері електронної комерції показовим є приклад компанії Rozetka, яка поєднує онлайн- та офлайн-канали збуту, розвиваючи мережу точок видачі замовлень. Такий підхід дозволяє оптимізувати логістику «останньої милі» та підвищити доступність товарів для споживачів [9].

Додатково варто зазначити, що розвиток логістичних систем безпосередньо пов'язаний із динамікою електронної комерції. За даними аналітичних досліджень, обсяг ринку e-commerce в Україні у 2025 році становив близько 256 млрд. грн., продемонструвавши зростання на рівні 7%, що відповідає темпам інфляції [8]. Це обумовлює необхідність підвищення вимог до ефективності логістики, зокрема у сегменті доставки «останньої милі»



та актуалізує впровадження інноваційних та ресурсоефективних логістичних рішень.

Суттєвим напрямом розвитку green logistics є реверсивна логістика, яка забезпечує повторне використання ресурсів і мінімізацію відходів. Використання таких підходів дозволяє формувати замкнені логістичні цикли та знижувати витрати на утилізацію [1].

Синергія науки і бізнесу в межах розвитку «зеленої» логістики проявляється у впровадженні цифрових технологій, зокрема систем управління транспортом і складами, технологій Big Data та інтернету речей, що забезпечують підвищення прозорості, керованості та ефективності логістичних процесів [1].

Таким чином, аналіз практики міжнародних і українських компаній свідчить, що «зелена» логістика виступає не лише екологічною концепцією, а й ефективним інструментом управління витратами та підвищення конкурентоспроможності бізнесу. Її впровадження дозволяє досягти синергії між науковими розробками, цифровими технологіями та практичними бізнес-рішеннями.

В умовах післявоєнного відновлення економіки України особливої ваги набуває застосування принципів «зеленої» логістики як інструменту модернізації логістичної інфраструктури та відновлення ланцюгів постачання. Використання енергоефективних технологій, цифрових систем управління та оптимізованих логістичних моделей дозволить підвищити ефективність функціонування підприємств, знизити витрати та забезпечити відповідність європейським екологічним стандартам. Крім того, розвиток «зеленої» логістики сприятиме залученню інвестицій, створенню нових робочих місць і формуванню стійких бізнес-моделей, що є важливим чинником довгострокового економічного зростання України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білоцерківський О. Б., Сапотницька Н. Я., Тимченко Н. М. Економічна оцінка ефективності «зеленої» логістики у системі роздрібного бізнесу. *Здобутки економіки: перспективи та інновації*. 2026. № 23. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.18184501>.

2. Walmart Inc. Sustainability report 2024. URL: <https://corporate.walmart.com/purpose/sustainability> (дата звернення: 14.04.2026).

3. Amazon. Sustainability report 2024. URL: <https://www.aboutamazon.com/planet> (дата звернення: 14.04.2026).

4. DHL Group. Sustainability roadmap 2030. URL: <https://group.dhl.com/en/sustainability.html> (дата звернення: 14.04.2026).

5. Нова пошта. Нова пошта сьогодні. URL: <https://novaposhta.ua/more/novapost-today/> (дата звернення: 14.04.2026).



6. Meest. Meest Україна. URL: <https://ua.meest.com/> (дата звернення: 14.04.2026).

7. Meest. Послуги для бізнесу. URL: <https://ua.meest.com/services/forbusiness/kompaniyam> (дата звернення: 14.04.2026).

8. Українці витратили на онлайн-покупки 256 млрд грн – Prom. Forbes Ukraine. URL: <https://forbes.ua/news/ukraintsi-vitratili-na-onlayn-pokupki-256-mlrd-grn-prom-21012026-35702> (дата звернення: 14.04.2026).

9. ROZETKA. Магазини та точки видачі. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/contacts/> (дата звернення: 14.04.2026).

УДК 330.3:004:339.37

Надія ТИМЧЕНКО,

к.е.н., доцент,

*доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації
Херсонського національного технічного університету*

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМНИЦТВА ТА ТОРГІВЛІ В УМОВАХ ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ УКРАЇНИ

У сучасних умовах цифрова трансформація виступає ключовим чинником структурної модернізації підприємництва та торгівлі в Україні. Вона забезпечує зміну бізнес-моделей, підвищення ефективності діяльності підприємств та формування нових механізмів взаємодії зі споживачами [1]. В умовах воєнних викликів для економіки України цифровізація стає не лише фактором розвитку, а й необхідною умовою забезпечення стійкості бізнесу.

Цифровізація економіки сприяє переходу до нових форм організації бізнесу, заснованих на використанні цифрових технологій, аналітики даних і платформених рішень. У таких умовах саме технології визначають конкурентоспроможність підприємств і їх здатність до масштабування [1].

Важливим підтвердженням цих процесів є динаміка розвитку електронної комерції. Активний розвиток електронної комерції набуває особливого значення в умовах відновлення економіки, оскільки дозволяє бізнесу функціонувати навіть за умов обмеженої фізичної інфраструктури. За даними аналітичних досліджень, у 2024 році обсяг онлайн-торгівлі в Україні досяг близько 239 млрд грн, що на 25% більше, ніж у попередньому році [2]. Кількість онлайн-покупців перевищує 11 млн осіб, які в середньому здійснюють близько 17 покупок на рік [2]. Частка електронної комерції становить приблизно 10% роздрібного ринку, що свідчить про значний потенціал подальшого зростання [2].



Одним із ключових результатів цифрової трансформації є поширення нових бізнес-моделей підприємництва. До них належать маркетплейси, D2C-моделі, підпискові сервіси, gig-економіка та моделі швидкої комерції. Вони дозволяють підприємствам працювати без значних інвестицій у фізичну інфраструктуру, використовуючи цифрові платформи як основу для доступу до ринку [1].

Особливе значення цифровізація має для розвитку малого та середнього бізнесу. Використання хмарних сервісів, CRM- і ERP-систем, онлайн-платежів і маркетплейсів дозволяє підприємствам знижувати транзакційні витрати та швидко масштабувати діяльність [1].

Важливою складовою цифрової трансформації є розвиток фінтех-інфраструктури. В Україні активно зростає кількість безготівкових операцій, поширюються NFC-платежі та мобільні фінансові сервіси. Наприклад, частка безконтактних платежів у роздрібній торгівлі досягає близько 90-95% операцій, що свідчить про високий рівень цифровізації платіжної сфери [1].

Цифрова трансформація також тісно пов'язана з розвитком державних цифрових сервісів. Зокрема, застосунок «Дія» вже використовується понад 20 млн. громадян, що підтверджує високий рівень цифрової інтеграції суспільства та бізнесу [3].

Інституційним драйвером цифровізації виступає правовий режим Dіia.City, який створює сприятливі умови для розвитку ІТ-бізнесу, стартапів та інноваційних компаній [1]. Паралельно ІТ-сектор України забезпечує вагомий внесок в економіку, формуючи близько 3,5-3,7% ВВП та залучаючи сотні тисяч фахівців [4].

Структурні зміни найбільш виразно проявляються у сфері торгівлі, де відбувається перехід до омніканальних моделей. Цифрові платформи стають ключовими елементами ринкової інфраструктури, забезпечуючи доступ до клієнтів, логістики та фінансових сервісів [1].

Аналіз діяльності провідних українських платформ (Rozetka, Comfy, Maudau) підтверджує, що інтеграція цифрових технологій, логістичних рішень і фінтех-інструментів сприяє зростанню обороту, підвищенню ефективності бізнесу та формуванню конкурентних переваг [1].

Таким чином, цифрова трансформація формує нову архітектуру підприємництва і торгівлі в Україні, забезпечуючи розвиток електронної комерції, фінансових технологій і платформених бізнес-моделей.

В умовах післявоєнного відновлення економіки України цифровізація набуває стратегічного значення як інструмент модернізації бізнес-середовища, підвищення конкурентоспроможності та інтеграції у глобальний цифровий простір. Подальший розвиток цифрових платформ, фінтех-інфраструктури та державних цифрових сервісів створює передумови для довгострокового економічного зростання.



ЛІТЕРАТУРА

1. Ціжма Ю. І., Жукова Ю. М., Тимченко Н. М. Impact of digital transformation on the development of entrepreneurship and trade in Ukraine. Scientific Notes of Lviv University of Business and Law. 2025. № 47. С. 58–69. URL: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/1820> (дата звернення: 18.04.2026).
2. Promodo. Дослідження ринку e-commerce в Україні. URL: <https://www.promodo.com/blog/research-of-the-ukrainian-ecommerce-market> (дата звернення: 18.04.2026).
3. Міністерство цифрової трансформації України. Україна — цифрова держава. URL: <https://digitalstate.gov.ua/news/it-outsourcing/ukraines-it-powerhouse-2024-from-resilience-to-global-reach> (дата звернення: 18.04.2026).
4. Kyiv GovTech Centre. IT sector of Ukraine: key indicators. URL: <https://www.kyivgovtechcentre.org/it-sector-ua> (дата звернення: 18.04.2026).

УДК 677.5:620.23:623.4

Євген ХОМЕНКО

начальник Науково-дослідного центру

Державної спеціальної служби транспорту, м. Дніпро

Олена ВЕНГЕР

к.т.н., доцент, учений секретар Науково-дослідного центру

Державної спеціальної служби транспорту, м. Дніпро

ІННОВАЦІЙНІ ТЕКСТИЛЬНІ МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ЕЛЕМЕНТІВ БРОНЕЗАХИСТУ

Сучасна поле бою характеризується постійною зміною тактичної ситуації, наявністю великої кількості видів озброєння та різних загроз для життя особового складу. Саме тому використання повноцінного балістичного захисту є дуже важливо одночасно зі збереженням мобільності та адаптивності.

Нові технології та конструктивні рішення дозволяють носити бронежилети разом з елементами, які підвищують загальний захист військового. Таким чином, всі компоненти системи захисту тіла, створюють модульну структуру яка і здатна протистояти різним ризикам.

Одним з таких важливих елементів бронезахисту є «м'яка броня», як частина сучасного військового спорядження. Основа м'якої броні, зазвичай, балістичний пакет. У полімерних текстильних бронематеріалах, що забезпечують захист від високошвидкісного впливу (м'яка броня) використовують багатошарові пакети з тканин із певним плетінням волокон.



Найбільш ефективними при цьому є тканини з волокон зі специфічною фібрилярною структурою, що утворюється на стадії витяжки з розчинів, розплавів, гелів, волокнуутворюючих полімерів при оптимальному ступені витяжки [1]. Використовуються тканини полотняного, саржевого, сатинового переплетення з ниток з лінійною щільністю від 14 до 110 текс. Товщина тканинних бронепакетів коливається від 6-7 мм (1 клас захисту) до 18-25 мм (2 клас захисту). У складі захисних структур можуть застосовуватися демпфери різних конструкцій для зменшення травмування організму людини [2].

Сучасна м'яка броня виготовляється з інноваційних текстильних матеріалів, серед яких ключовими є арамідні волокна (Kevlar, Twaron), надвисокомолекулярний поліетилен (UHMWPE, Dyneema, Spectra), а також нові композитні та гібридні тканини (поєднання арамідних та інших волокон) з наноструктурними покриттям (наночастинки кремнезему, графенові покриття, рідини (STF)), тощо. Окрема, увага приділяється **природним волокнам (бамбук, джут, кенаф), які активно** досліджуються як альтернатива синтетичним матеріалам. Вони легкі, дешеві та екологічні, але потребують гібридизації з Kevlar чи UHMWPE для досягнення належної міцності. Всі ці інноваційні матеріали характеризуються міцністю, гнучкістю, мають різні терміни служби.

Усі сучасні бронежилети відповідно до стандарту НАТО STANAG 4569 за рівнями захисту діляться на шість класів. Клас захисту бронежилета визначається типом і характеристиками кулі (вражаючого елемента), на протистояння яким він розрахований за умов (швидкість, відстань, вологість) відповідно до стандартів ДСТУ 8782:2018 (Україна), європейського **PrEN ISO14876-2**, та стандарту НАТО STANAG 4569. **Що стосується м'якої броні** то зазвичай вона відноситься до рівнів ПА, П та ША класів міжнародних стандартів та 1, 2 класу відповідно ДСТУ 8782:2018 (Україна) [3].

М'яка броня з традиційних текстильних матеріалів забезпечує надійний захист від пістолетних калібрів та уламків і відповідає зазначеним стандартам. Ефективність застосування м'якої броні залежить від деяких факторів, як от захисні властивості матеріалів. Сучасні матеріали, **гібридні панелі з керамікою та арамідних волокон (Kevlar XR)**, демонструють **кращу енергопоглинаючу здатність**, зменшують заброньову травму та можуть частково протистояти гвинтівковим боєприпасам, а наприклад матеріали UHMWPE та PBO мають **вищу питому міцність**, що дозволяє зменшити вагу броні без втрати захисних властивостей. Серед переваг матеріалів з яких вироблені дані засоби захисту, можна виділити наступні: традиційні **тканини** — перевірені, доступні, легко інтегруються у бронежилети; **інноваційні матеріали** — гнучкі, відкривають нові можливості для легких, високоефективних рішень, особливо у поєднанні з жорсткими елементами, мають гарні показники щодо захисту; **гібридні конструкції** — дозволяють адаптувати броню до різних рівнів загроз. Щодо недоліків, то традиційні



волокна мають **обмежений термін служби**, особливо при впливі вологи та сонця. Інноваційні ж матеріали більш дорогі, потребують складного виробництва.

М'яка броня на основі текстильних матеріалів залишається **ключовим елементом персонального захисту**, особливо в умовах, де важливі мобільність, комфорт і приховане носіння. Традиційні матеріали забезпечують базовий рівень захисту, тоді як інноваційні — **розширюють функціональність і ефективність**, особливо у гібридних конфігураціях. Вибір виду матеріалу має базуватись на **співвідношенні між рівнем загроз та умовами експлуатації**.

Отже, інновації у сфері балістичних матеріалів рухаються у трьох ключових напрямках: використання «суперволокон» (РВО, UHMWPE), які **характеризуються** надвисокою міцністю, при мінімальній вазі; створення **гібридних композитів (включають кераміку, текстиль та полімери)** які **мають** багатошаровий захист із підвищеною стійкістю; застосування **екологічних рішень (натуральні волокна)** — орієнтація на сталий розвиток та зниження вартості. Таким чином, майбутнє бронезахисту (м'якої броні), це поєднання високотехнологічних синтетичних волокон із природними матеріалами та керамікою, що дозволить створювати легкі, міцні й екологічні системи захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Черкашина Г.М., Лебедев В.В., Копилов С.О., Близнюк О.В., Кривобок Р.В. Сучасні композиційні матеріали для виготовлення засобів індивідуального бронезахисту. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Технічні науки. Том 34 (73) № 5 2023. С. 345-349. URL: https://www.tech.vernadskyjournals.in.ua/journals/2023/5_2023/53.pdf.
2. Афанасьєва О.В., Безсмертна В.І., Боброва С.Ю. Перспективи розвитку текстильної м'якої броні у засобах індивідуального бронезахисту. URL: https://epec.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/11918/1/NRMSE2018_V1_P27_0-271.pdf.
3. Класифікація бронезилетів за ДСТУ 8782:2018, NIJ 0101.06. URL: <https://velmet.ua/klasifikatsiya-bronejiletiv-standart-dstu-8782-2018-nij-0101-06.html>.

УДК 665.58:633.8

Тетяна ЮРОВА

ст. викладач

Марія РАЦУК

к.т.н., доцент

Вероніка ШАЛЕВА

здобувач вищої освіти

Херсонський національний технічний університет



ВИКОРИСТАННЯ ЕКСТРАКТУ ШАВЛІЇ ЛІКАРСЬКОЇ ПРИ СТВОРЕННІ ТОНІЗУЮЧИХ КОСМЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ

Протягом багатьох років рослинні засоби залишаються невід'ємною частиною догляду за шкірою. Натуральні компоненти, серед яких рослинні екстракти займають лідируючу позицію, широко використовуються в сучасних формулах для очищення, живлення та захисту. Саме вони мають безліч корисних властивостей і дарують шкірі цілющу силу природи.

Рослинний екстракт – це концентрат усіх корисних речовин, що містяться в рослинах. При отриманні екстрактів корисні речовини з рослин не зазнають хімічних змін, а тому повністю зберігають усі свої якості. Основна причина залучення екстрактів у формули доглядових засобів – їхня здатність ефективно захищати шкіру від негативного впливу як зовнішніх, так і внутрішніх факторів. Особливість таких продуктів полягає в тому, що їх ефект часто посилюється при комбінованому використанні, а не при застосуванні в ізольованому чи концентрованому вигляді. Головними перевагами натуральних інгредієнтів вважаються антиоксидантні властивості, здатність боротися з окислювальним стресом і захищати шкіру від пов'язаних із ним проблем [1].

Найчастіше у різній косметичній продукції застосовують екстракти алое, жасмину, лотоса, екстракти календули, женьшеню, чайного дерева, екстракт виноградних кісточок, екстракт паростків пшениці, екстракт шишок хмелю. При цьому для отримання екстрактів у якості вихідної сировини використовуються різні частини цілющих рослин: стебла, листя, квіти, бруньки, насіння, плоди, коріння. Вибір сировини залежить від того, якими властивостями повинен володіти готовий продукт [2].

Нами запропонована рецептура натурального косметичного тоніка з водним настоем шавлії лікарської, для приготування якого використовували сухі листя та квіти рослини.

Листя шавлії містять ефірну олію (до 2,5%), конденсовані дубильні речовини (4%), тритерпенові кислоти (урсолова і олеанолова), дитерпени, смолисті (5-6%) і гіркі речовини, флавоноїди, кумарин ескулетин і інші сполуки. До складу ефірної олії входять цинеол (до 15%), туйон, пінен, сальвен, борнеол, камфора, сесквітерпен цедрен і інші терпеноїди [3].

Шавлія лікарська здатна омолоджувати шкіру, зупиняти процеси старіння та розгладжувати зморшки, добре тонізувати, перешкоджаючи появі нових зморшок. Завдяки багатому вмісту корисних речовин шавлія освіжає та пом'якшує шкіру, ліквідує прищі та вугрі, знімає запалення. Окрім цього шавлія регулює рівень жирності та знімає набряклість [4].

В рецептуру тоніка для підсилення косметичного ефекту введено олію зародків пшениці. Олія зародків пшениці (Wheat Germ Oil) – жирна напіввисихаюча олія, яку одержують із зародкових пластівців пшениці, що залишаються у відходах після переробки зерна. Вміст олії у них становить у



середньому 14%. Олія зародків пшениці містить вітаміни В і Е, мікроелементи: цинк, залізо, калій, сірку, фосфор, лінолеву кислоту 44%, α -ліноленову кислоту (10%), олеїнову (28%). Ліпідний склад багато в чому залежить від способу виділення. Містить максимальну кількість вітаміну Е з усіх відомих рослинних олій, з переважанням α -токоферолу.

Олія зародків пшениці – антиоксидант, сприяє збереженню та відновленню еластичності та пружності шкіри. Знімає роздратування, відновлює водно-ліпідну мантію епідермісу, здатна стимулювати регенерацію шкіри. Особливо підходить для сухої, старіючої, потрісканої шкіри, усуває лущення шкіри та свербіж [5].

В перевірці косметичної дії розробленого тонізуючого засобу прийняли участь п'ять жінок вікової категорії 30 – 50 років з сухим чутливим типом шкіри обличчя. Усі респонденти відмітили зволоження, пом'якшення шкіри після нанесення та покращення її стану вже після двох тижнів застосування. Алергічних реакцій не спостерігалось.

З метою порівняння в роботі проаналізовано склад тоніку зволожуючого для сухої та чутливої шкіри ТМ ELEN cosmetics з екстрактом шавлії. Склад тоніка, зазначений на пакуванні: Prepared Aqua, Glycerin, Propylene Glycol, PEG-400, D-Panthenol, Almond Oil, Evening Primrose Oil, Sage Extract, Linden Flower Extract, Allantoin, Tocopherol Acetate, Retinol Acetate, PEG-40 Hydrogenated Castor Oil, Fragrance, Dinitrium EDTA, Diazolidinyl Urea, Sodium Benzoate, Potassium Sorbate, Citric Acid.

Використовуючи рейтинг шкідливих компонентів косметичних засобів від EWG (Environmental Working Group) визначено, що всі інгредієнти розробленого натурального тоніку цілком безпечні. Серед 18 компонентів зволожуючого тоніку ТМ ELEN цілком безпечними є 6, безпечними – 5, допустимими – 4, середньої безпеки – 2, зі застереженнями – 1 [6].

На рис. 1 наведено діаграми безпечності інгредієнтів розробленого натурального тоніку та зволожуючого тоніку ТМ ELEN.



Рис. 1. Діаграми безпечності інгредієнтів:
а) розробленого натурального тоніку; б) зволожуючого тоніку ТМ ELEN.



Отже, розроблений тонізуючий засіб відрізняється від аналогічних продуктів своїм натуральним складом, що свідчить про його безпечність та виключає появи алергічних реакцій. В подальшому рекомендовано проведення мікробіологічних досліджень для визначення необхідності введення в рецептуру консервантів рослинного походження з метою подовження терміну зберігання косметичного засобу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Galbău C.-S., Irimie M., Neculau A. E., Dima L., Pogačnik da Silva L., Vârciu M., Badea M. The Potential of Plant Extracts Used in Cosmetic Product Applications – Antioxidants Delivery and Mechanism of Actions. *Antioxidants*. 2024. 13. 1425. <https://www.mdpi.com/2076-3921/13/11/1425>
2. Рослинні екстракти в косметиці. URL: <https://organic-store.in.ua/beauty/30-roslynni-ekstrakty-v-kosmetytsi.html> (дата звернення: 30.03.2026)
3. Гродзінський А. М. Лікарські рослини : Енциклопедичний довідник. К.: Видавництво «Українська Енциклопедія» ім. М. П. Бажана, Український виробничо-комерційний центр «Олімп», 1992. 544 с.
4. Шавлія: лікування шкіри обличчя. URL: <https://liktravy.ua/articles/korisni-statti/shalfey-lechebnyye-svoystva-dlya-kozhi-litsa> (дата звернення: 30.03.2026)
5. Будішевська О. Г., Воронов С. А. Сучасні інгредієнти для косметичних засобів : навч. посіб. Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2022. 256 с.
6. Your guide to safer personal care products. URL: <https://www.ewg.org/skindeep/> (дата звернення: 30.03.2026)