

ABSTRACT AND REFERENCES

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335177

DESIGNING THE STRUCTURE AND DETERMINING THE OPERATING PARAMETERS OF A MICROWAVE DEHYDRATOR FOR OBTAINING PHYTO-CONCENTRATES (p. 6–14)**Oleg Burdo**Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2630-1819>**Igor Bezbakh**Scientific-Research Institute of Standardization and Technologies of Eco-Safe and Organic Products, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2353-1811>**Mykola Kepin**Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0136-1882>**Alla Burdo**Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1982-8820>**Igor Yevtushenko**Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0259-1040>**Natalya Bahmutian**Potoky LLC, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7059-6922>**Lyudmila Phylipova**Scientific-Research Institute of Standardization and Technologies of Eco-Safe and Organic Products, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2884-3440>**Dmytro Kharenko**International Humanitarian University, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7978-3287>

This study's object is the process of obtaining phyto-concentrates using a continuous microwave dehydrator. The task addressed is associated with the concentration of food solutions in existing evaporators: product sticking to heat exchange surfaces, change in product quality, the need for additional systems for mixing, high energy consumption, inability to achieve high concentrations.

The structure of a microwave dehydrator operates under periodic and continuous modes. The dehydrator's productivity has been determined depending on microwave field power, solution type, as well as product type. Wine, apple, and grape juices; coffee and echinacea extracts, as well as extracts with acetone solvent, were investigated as solutions. For water-containing products, the productivity value varied in the range of 0.28...0.32 kg/h.

The dehydrator's operating modes have been defined, enabling the preservation of heat-sensitive components of the raw materials. The highest content of ascorbic acid was found in the concentrate of actinidia berries (375 mg) and bioflavonoids (18.5 mg). The concentrate of grape juice exceeds the control sample (directly squeezed juice) by 6.5 times.

The high quality indicators of the product and low energy consumption of the dehydrator are attributed to the selectivity of microwave heating, which has a directed effect on polar molecules

of moisture and solvent, without overheating the raw materials. The dehydrator was operated under a continuous mode, which makes it possible to increase productivity, processing quality, reduce metal consumption, and simplify its structure. The energy efficiency of the dehydrator is also based on the fact that due to its use it is possible to exclude a conventional dryer from the technological chain.

A feature of the dehydrator design is the lack of need for constant operation of the vacuum pump, which ultimately reduces energy consumption.

The scope of its application includes food and processing sectors, production of phyto-concentrates, functional drinks, as well as additives. Conditions of use: small businesses and farms working with heat-sensitive raw materials.

Keywords: microwave field, dehydrator, phyto-concentrate, productivity, solvent, ascorbic acid.

References

- Burdo, O. G., Terziev, S. G., Gavrilov, A. V., Sirotiyuk, I. V., Shcherbich, M. V. (2020). System of Innovative Energy Technologies of Food Raw Material Dehydration. *Problemele Energeticii Regionale*, 2 (46), 92–107. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3898317>
- Ibis, O. I., Bugday, Y. B., Aljurf, B. N., Goksu, A. O., Solmaz, H., Oztop, M. H., Sumnu, G. (2024). Crystallization of sucrose by using microwave vacuum evaporation. *Journal of Food Engineering*, 365, 111847. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111847>
- Carvalho, G. R., Monteiro, R. L., Laurindo, J. B., Augusto, P. E. D. (2021). Microwave and microwave-vacuum drying as alternatives to convective drying in barley malt processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 73, 102770. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102770>
- Dumpler, J., Moraru, C. I. (2024). Microwave vacuum drying of dairy cream: Processing, reconstitution, and whipping properties of a novel dairy product. *Journal of Dairy Science*, 107(2), 774–789. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23657>
- Kalinke, I., Kulozik, U. (2024). Enhancing Microwave Freeze Drying: Exploring Maximum Drying Temperature and Power Input for Improved Energy Efficiency and Uniformity. *Food and Bioprocess Technology*, 17 (12), 5357–5371. <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03438-5>
- Kalinke, I., Röder, J., Unterbuchberger, G., Kulozik, U. (2025). Microwave-assisted freeze drying: The role of power input and temperature control on energy efficiency and uniformity. *Journal of Food Engineering*, 390, 112410. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.112410>
- Sujinda, N., Varith, J., Shamsudin, R., Jaturonglumert, S., Chaman, S. (2021). Development of a closed-loop control system for microwave freeze-drying of carrot slices using a dynamic microwave logic control. *Journal of Food Engineering*, 302, 110559. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110559>
- Wu, Y., Mu, R., Li, G., Li, M., Lv, W. (2022). Research progress in fluid and semifluid microwave heating technology in food processing. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 21 (4), 3436–3454. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12978>
- Li, M., Zhou, C., Wang, B., Zeng, S., Mu, R., Li, G. et al. (2023). Research progress and application of ultrasonic- and microwave-as-

sisted food processing technology. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22 (5), 3707–3731. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13198>

10. Zhou, S., Chen, W., Fan, K. (2024). Recent advances in combined ultrasound and microwave treatment for improving food processing efficiency and quality: A review. *Food Bioscience*, 58, 103683. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.103683>
11. Hameed, A., Maan, A. A., Khan, M. K. I., Mahmood Khan, I., Ni-azi, S., Waheed Iqbal, M. et al. (2023). Evaporation kinetics and quality attributes of grape juice concentrate as affected by microwave and vacuum processing. *International Journal of Food Properties*, 26 (1), 1596–1611. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2218062>
12. Pinto, R. O. M., do Nascimento, R. B., Jermolovicius, L. A., Jurkiewicz, C., Gut, J. A. W., Pinto, U. M., Landgraf, M. (2021). Microbiological feasibility of microwave processing of coconut water. *LWT*, 145, 111344. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111344>
13. Kutlu, N., Pandiselvam, R., Saka, I., Kamiloglu, A., Sahni, P., Kothakota, A. (2021). Impact of different microwave treatments on food texture. *Journal of Texture Studies*, 53 (6), 709–736. <https://doi.org/10.1111/jtxs.12635>
14. Guzik, P., Kulawik, P., Zajac, M., Migdal, W. (2021). Microwave applications in the food industry: an overview of recent developments. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62 (29), 7989–8008. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1922871>
15. Araujo, R. G., Rodríguez-Jasso, R. M., Ruiz, H. A., Govea-Salas, M., Pintado, M., Aguilar, C. N. (2021). Recovery of bioactive components from avocado peels using microwave-assisted extraction. *Food and Bioprocesses*, 127, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2021.02.015>
16. Akpinar, E. K. (2004). Energy and exergy analyses of drying of red pepper slices in a convective type dryer. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, 31 (8), 1165–1176. <https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2004.08.014>
17. Kavak Akpinar, E., Midilli, A., Bicer, Y. (2005). Energy and exergy of potato drying process via cyclone type dryer. *Energy Conversion and Management*, 46 (15-16), 2530–2552. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2004.12.008>
18. Mustaffar, A., Phan, A., Boodhoo, K. (2018). Hybrid heat pipe screw dryer: A novel, continuous and highly energy-efficient drying technology. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 128, 199–215. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2018.04.035>
19. Asghar, M. T., Yusof, Y. A., Mokhtar, M. N., Yaacob, M. E., Ghazali, H. M., Varith, J. et al. (2020). Processing of coconut sap into sugar syrup using rotary evaporation, microwave, and open-heat evaporation techniques. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100 (10), 4012–4019. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10446>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335468

DESIGN OF A COMBINED APPARATUS FOR LOW-TEMPERATURE PROCESSING OF CONFECTIONERY PRODUCTS BASED ON PLANT-BASED MULTICOMPONENT SEMI-FINISHED PRODUCTS (p. 15–24)

Andrii Zahorulko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7768-6571>

Iryna Voronenko

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1839-7275>

Mykola Nikolaenko

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2213-4985>

Sofia Minenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3033-1911>

Nataliia Ponomarenko

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8263-2914>

Ruslan Zakharchenko

National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”,
Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4651-0159>

Eldar Ibaiev

Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3090-3553>

Nataliia Tytarenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9745-883X>

The object of this study is the process of low-temperature processing of confectionery products, in particular marshmallows made on the basis of plant polycomponent semi-finished products, taking into account the parameters of infrared heating and preliminary air preparation. The task relates to the lack of effective technologies for low-temperature processing of confectionery products with plant polycomponent semi-finished products to preserve their quality and functionality.

A model of a combined apparatus for low-temperature processing of confectionery products, in particular marshmallows made on the basis of plant polycomponent semi-finished products, is given. The apparatus has a rectangular chamber with rounded edges for uniform heat flow, a film-like resistive electric heater of the radiant type (30...120°C), replaceable functional trays, and an autonomous ventilation system based on Peltier elements. Air is recirculated with preliminary drying and heating up to 45°C.

The uniformity of the heat flux distribution on the receiving surface has been confirmed: the central temperature was 46.0°C, the contour temperature was within 42.0...43.1°C. This thermal regime helps stabilize the structure of confectionery products during low-temperature processing. The experimental process of drying marshmallows demonstrates effective dehydration: classic marshmallows lose up to 20% of moisture in 50 min, marshmallows with plant polycomponent semi-finished products – up to 22% in 70 min, and marshmallows with plant polycomponent semi-finished products and amaranth – up to 24% in 80 min. The data indicate the need to extend the drying time of samples with plant ingredients because of their increased hydrophilicity.

Sensory evaluation has confirmed the high quality of the finished confectionery products. The highest indicators were obtained for marshmallows with RPN and amaranth (aroma – 5.0; taste – 4.9; structure – 4.8). The designed structure became the basis for assembling a device with high-quality low-temperature processing of confectionery products. The device is suitable for the production of pastilles, snacks, bakery products, and drying of plant raw materials in pharmaceuticals and cosmetics.

Keywords: plant polycomponent semi-finished products, combined IR device, low-temperature processing, Peltier elements, functional confectionery products.

References

- Li, S., Wang, Y., Xue, Z., Jia, Y., Li, R., He, C., Chen, H. (2021). The structure-mechanism relationship and mode of actions of antimicrobial peptides: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 103–115. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.005>
- Żołnierczyk, A. K., Pachura, N., Bąbalewski, P., Taghinezhad, E. (2023). Sensory and Biological Activity of Medlar (*Mespilus germanica*) and Quince 'Nivalis' (*Chaenomeles speciosa*): A Comparative Study. *Agriculture*, 13 (5), 922. <https://doi.org/10.3390/agriculture13050922>
- Zahorulko, A., Zagorulko, A., Yancheva, M., Savinok, O., Yakovets, L., Zhelieva, T. et al. (2023). Improving the production technique of meat chopped semi-finished products with the addition of dried semi-finished product with a high degree of readiness. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (122)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276249>
- Zahorulko, A., Cherevko, O., Zagorulko, A., Yancheva, M., Budnyk, N., Nakonechna, Y. et al. (2021). Design of an apparatus for low-temperature processing of meat delicacies. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (113)), 6–12. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.240675>
- Huang, D., Yang, P., Tang, X., Luo, L., Sunden, B. (2021). Application of infrared radiation in the drying of food products. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 765–777. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.039>
- Tikhomirov, D., Khimenko, A., Kuzmichev, A., Budnikov, D., Bolshev, V. (2024). Raising the Drying Unit for Fruits and Vegetables Energy Efficiency by Application of Thermoelectric Heat Pump. *Agriculture*, 14 (6), 922. <https://doi.org/10.3390/agriculture14060922>
- Kumar, C., Karim, M. A., Joardder, M. U. H. (2014). Intermittent drying of food products: A critical review. *Journal of Food Engineering*, 121, 48–57. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.08.014>
- Ramachandran, R. P., Nadimi, M., Cenkowski, S., Paliwal, J. (2024). Advancement and Innovations in Drying of Biopharmaceuticals, Nutraceuticals, and Functional Foods. *Food Engineering Reviews*, 16 (4), 540–566. <https://doi.org/10.1007/s12393-024-09381-7>
- Zahorulko, A., Zagorulko, A., Yancheva, M., Ponomarenko, N., Tesliuk, H., Silchenko, E. et al. (2020). Increasing the efficiency of heat and mass exchange in an improved rotary film evaporator for concentration of fruit-and-berry puree. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (8 (108)), 32–38. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.218695>
- Shirkole, S. S., Mujumdar, A. S., Raghavan, G. S. V., Jafari, S. M., Malekjani, N. (Eds.) (2023). Drying of foods: Principles, practices and new developments. *Drying Technology in Food Processing*. Woodhead Publishing, 3–29. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819895-7.00020-1>
- Cansu, Ü. (2024). Utilization of Infrared Drying as Alternative to Spray- and Freeze-Drying for Low Energy Consumption in the Production of Powdered Gelatin. *Gels*, 10 (8), 522. <https://doi.org/10.3390/gels10080522>
- Aboud, S. A., Altemimi, A. B., R. S. Al-Hilphy, A., Yi-Chen, L., Cacciola, F. (2019). A Comprehensive Review on Infrared Heating Applications in Food Processing. *Molecules*, 24 (22), 4125. <https://doi.org/10.3390/molecules24224125>
- Riadh, M. H., Ahmad, S. A. B., Marhaban, M. H., Soh, A. C. (2015). Infrared Heating in Food Drying: An Overview. *Drying Technology*, 33 (3), 322–335. <https://doi.org/10.1080/07373937.2014.951124>
- Leong, S. Y., Oey, I. (2022). Application of Novel Thermal Technology in Foods Processing. *Foods*, 11 (1), 125. <https://doi.org/10.3390/foods11010125>
- Zahorulko, A., Zagorulko, A., Mykhailov, V., Ibaiev, E. (2021). Improved rotary film evaporator for concentrating organic fruit and berry puree. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (112)), 92–98. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237948>
- Overcoming common freeze drying challenges. GEA. Available at: <https://www.gea.com/ru/expert-knowledge/overcoming-common-freeze-drying-challenges-ebook/>
- Kiranoudis, C. T., Maroulis, Z. B., Marinos-Kouris, D., Tsampanlis, M. (1997). Design of tray dryers for food dehydration. *Journal of Food Engineering*, 32 (3), 269–291. [https://doi.org/10.1016/s0260-8774\(97\)00010-1](https://doi.org/10.1016/s0260-8774(97)00010-1)
- Boruah, A., Nath, P. C., Nayak, P. K., Bhaswant, M., Saikia, S., Kalita, J. et al. (2025). Impact of Tray and Freeze Drying on Physico-Chemical and Functional Properties of Underutilized *Garcinia lanceifolia* (Ruphi thekera). *Foods*, 14 (4), 705. <https://doi.org/10.3390/foods14040705>
- Poole, S. F., Amin, O. J., Solomon, A., Barton, L. X., Campion, R. P., Edmonds, K. W. et al. (2024). Thermally stable Peltier controlled vacuum chamber for electrical transport measurements. *Review of Scientific Instruments*, 95 (3). <https://doi.org/10.1063/5.0186155>
- Fernandes, P., Gaspar, P. D., Silva, P. D. (2023). Peltier Cell Integration in Packaging Design for Minimizing Energy Consumption and Temperature Variation during Refrigerated Transport. *Designs*, 7 (4), 88. <https://doi.org/10.3390/designs7040088>
- Tsotsas, E., Mujumdar, A. S. (Eds.) (2014). *Modern Drying Technology*. <https://doi.org/10.1002/9783527631704>
- Múnera-Tangarife, R. D., Solarte-Rodríguez, E., Vélez-Pasos, C., Ochoa-Martínez, C. I. (2021). Factors Affecting the Time and Process of CMC Drying Using Refractance Window or Conductive Hydro-Drying. *Gels*, 7 (4), 257. <https://doi.org/10.3390/gels7040257>
- Freeze drying. Wikipedia. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Freeze_drying
- Zang, Z., Huang, X., He, C., Zhang, Q., Jiang, C., Wan, F. (2023). Improving Drying Characteristics and Physicochemical Quality of *Angelica sinensis* by Novel Tray Rotation Microwave Vacuum Drying. *Foods*, 12 (6), 1202. <https://doi.org/10.3390/foods12061202>
- Voronenko, I., Klymenko, N., Nahorna, O. (2022). Challenges to Ukraine's Innovative Development in a Digital Environment. *Management and Production Engineering Review*, 13 (4), 48–58. <https://doi.org/10.24425/mper.2022.142394>
- Zavidna, L., Trut, O., Slobodianuk, O., Voronenko, I., Vartsaba, V. (2022). Application of Anti-Crisis Measures for the Sustainable Development of the Regional Economy in the Context of Doing Local Business in a Post-COVID Environment. *International Journal of Sustainable Development and Planning*, 17 (5), 1685–1693. <https://doi.org/10.18280/ijstdp.170535>
- Zahorulko, A. M., Zahorulko, O. Ye. (2021). Pat. No. 149981 UA. Plivkopodibnyi rezystyvnyi elektronahrivach vyprominiuiuchoho typu. MPK H05B 3/36, B01D 1/22, G05D 23/19. No. u202102839; declared: 28.05.2021; published: 23.12.2021, Bul. No. 51, 4.
- Shevchenko, A., Fursik, O., Drobot, V., Shevchenko, O. (2023). The Use of Wastes from the Flour Mills and Vegetable Processing for the Enrichment of Food Products. *Bioconversion of Wastes to Value-Added Products*. CRC Press, 1–35. <https://doi.org/10.1201/9781003329671-1>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335509

**DETERMINING THE HEAT AND MASS EXCHANGE
EFFICIENCY OF A SCRAPER HEAT EXCHANGER FOR
HEATING FOOD SEMI-FINISHED PRODUCTS (p. 25–32)**

Aleksy Zagorulko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1186-3832>

Kateryna Kasabova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5827-1768>

Anastasiia Shevchenko

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6215-4860>

Dmytro Dmytrevskyi

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1330-7514>

Yuliia Levchenko

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7087-3681>

Olena Kalashnyk

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9281-2564>

Vitalii Koshulko

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0744-6318>

Aleksey Gromov

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <http://orcid.org/0009-0009-5314-6074>

This study's object is the process of heating fruit and berry purees made from apple, apricot, and honeysuckle.

This paper reports an improved structure of a scraper heat exchanger for heating viscous liquid food products based on fruit and berry raw materials (purees, pastes). One of the main elements of the modernization is heating with a flexible film resistive electric heater of the radiant type instead of the conventional steam system, which has made it possible to eliminate steam fittings and reduce energy consumption. Additional equipment of the heat exchanger with a hinged blade with a remote plate enables turbulization of the product flow in the heat exchange zone, contributing to the formation of a stable film flow on the heating surface, which significantly improves the efficiency of heat transfer.

The experimental and computational studies revealed the dependence of the heat transfer coefficient on raw material consumption and the frequency of rotation of the apparatus shaft. It was established that the heat transfer coefficient depends on the product flow rate and, after reaching the maximum $(13...15) \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$, it decreases. The influence of rotor speed is less significant and is manifested mainly during the transition from 1.0 to 1.5 s^{-1} . Comparative analysis revealed that the use of an improved blade with a remote plate makes it possible to increase the heat transfer coefficient by 1.2 times compared to the conventional design. Calculations of specific heat consumption showed its decrease from 250 to 222 kJ/kg , which is a saving of 12.5%.

The proposed structural solutions make it possible to ensure the stability of temperature regimes, reduce energy consumption, improve the quality of heat treatment and process automation. This is especially important for the processing of heat-sensitive and dense products in the food industry.

Keywords: scraper heat exchanger, film flow, heat transfer, hinged blade, energy efficiency, fruit and berry puree.

References

1. Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiiev, S., Bereza, O. et al. (2022). Improvement of Turkish delight pro-

duction technology using a developed multi-component fruit and vegetable paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (120)), 51–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269393>

2. Samokhvalova, O., Kasabova, K., Shmatchenko, N., Zagorulko, A., Zahorulko, A. (2021). Improving the marmalade technology by adding a multicomponent fruit-and-berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (114)), 6–14. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245986>
3. Zagorulko, A., Shydakova-Kameniuka, O., Kasabova, K., Zahorulko, A., Budnyk, N., Kholobtseva, I. et al. (2023). Substantiating the technology of cream-whipped candy masses with the addition of berry and fruit paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (123)), 50–59. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.279287>
4. Samokhvalova, O. V., Kasabova, K. R., Oliinyk, S. H. (2014). The influence of the enriching additives on the dough structure formation and baked muffins. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (67)), 32–36. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.20024>
5. Kasabova, K., Sabadash, S., Mohutova, V., Volokh, V., Poliakov, A., Lazariieva, T. et al. (2020). Improvement of a scraper heat exchanger for pre-heating plant-based raw materials before concentration. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (105)), 6–12. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.202501>
6. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Kasabova, K., Liashenko, B., Postadzhiev, A., Sashnova, M. (2022). Improving a tempering machine for confectionery masses. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (116)), 6–11. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254873>
7. Li, F., Chen, G., Zhang, B., Fu, X. (2017). Current applications and new opportunities for the thermal and non-thermal processing technologies to generate berry product or extracts with high nutraceutical contents. *Food Research International*, 100, 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.035>
8. Qiu, J., Kloosterboer, K., Guo, Y., Boom, R. M., Schutyser, M. A. I. (2019). Conductive thin film drying kinetics relevant to drum drying. *Journal of Food Engineering*, 242, 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.08.021>
9. Fayolle, F., Belhamri, R., Flick, D. (2013). Residence time distribution measurements and simulation of the flow pattern in a scraped surface heat exchanger during crystallisation of ice cream. *Journal of Food Engineering*, 116 (2), 390–397. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.12.009>
10. Błasiak, P., Pietrowicz, S. (2017). An experimental study on the heat transfer performance in a batch scraped surface heat exchanger under a turbulent flow regime. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 107, 379–390. <https://doi.org/10.1016/j.jheatmasstransfer.2016.11.049>
11. Crespi-Llorens, D., Vicente, P., Viedma, A. (2018). Experimental study of heat transfer to non-Newtonian fluids inside a scraped surface heat exchanger using a generalization method. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 118, 75–87. <https://doi.org/10.1016/j.jheatmasstransfer.2017.10.115>
12. Imran, A., Rana, M. A., Siddiqui, A. M. (2018). Study of a Eyring – Powell Fluid in a Scraped Surface Heat Exchanger. *International Journal of Applied and Computational Mathematics*, 4 (1). <https://doi.org/10.1007/s40819-017-0436-z>
13. Martínez, D. S., Solano, J. P., Vicente, P. G., Viedma, A. (2019). Flow pattern analysis in a rotating scraped surface plate heat exchanger. *Applied Thermal Engineering*, 160, 113795. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.113795>

14. Błasiak, P., Pietrowicz, S. (2019). A numerical study on heat transfer enhancement via mechanical aids. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 140, 203–215. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.05.116>
15. Acosta, C. A., Yanes, D., Bhalla, A., Guo, R., Finol, E. A., Frank, J. I. (2020). Numerical and experimental study of the glass-transition temperature of a non-Newtonian fluid in a dynamic scraped surface heat exchanger. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 152, 119525. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.119525>
16. Hernández-Parra, O. D., Plana-Fattori, A., Alvarez, G., Ndoye, F.-T., Benkhelifa, H., Flick, D. (2018). Modeling flow and heat transfer in a scraped surface heat exchanger during the production of sorbet. *Journal of Food Engineering*, 221, 54–69. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.09.027>
17. Kowalski, K., Błasiak, P., Pietrowicz, S. (2025). A review of scraped surface heat exchangers: Parameters describing thermal-fluid processes, influence of their internal geometric parameters and energy consumption. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 236, 126336. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2024.126336>
18. Dongellini, M., Martino, G., Naldi, C., Lorente, S., Morini, G. L. (2025). Experimental study on the heat transfer performance of finned-tube heat exchangers in latent thermal energy storages: Effects of PCM types and operating conditions. *Applied Thermal Engineering*, 271, 126273. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2025.126273>
19. Soni, M., Saurabh, Raha, A., Rao, A. S., Adak, A. K. (2025). Experimental & modeling studies on novel scraped surface falling film crystallizer for freeze desalination. *Desalination and Water Treatment*, 321, 100927. <https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100927>
20. Cao, Z., Luo, L., Yang, X., Yan, H., Du, W. (2025). Effects of turning vane on flow control and heat transfer in ribbed two-pass channel with varied rib patterns. *International Journal of Thermal Sciences*, 207, 109342. <https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2024.109342>
21. Faure, E., Shcherba, A., Stupka, B., Voronenko, I., Baikenov, A.; Faure, E., Danchenko, O., Bondarenko, M., Tryus, Y., Bazilo, C., Zasp, G. (Eds.) (2023). A Method for Reliable Permutation Transmission in Short-Packet Communication Systems. *Information Technology for Education, Science, and Technics*. Cham: Springer, 177–195. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35467-0_12
22. Kolosok, S., Lyeonov, S., Voronenko, I., Goncharenko, O., Maksymova, J., Chumak, O. (2022). Sustainable business models and IT innovation: The case of the REMIT. *Journal of Information Technology Management*, 14, 147–156. <https://doi.org/10.22059/JITM.2022.88894>
23. Vakuu-aparat MZS-320, MZS-241 Vakuu-aparaty dlia kharchovoi promyslovosti. All-Biz. Available at: <https://ua.all.biz/uk/vakuu-aparat-mzs-320-mzs-241-vakuu-aparaty-dlya-g2258596>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.336896

DEVELOPMENT OF SAGO STARCH-ALGINATE HYDROGELS FOR EXTRUSION-BASED 3D FOOD PRINTING (p. 33–40)

Dooohan Taqdisillah

University of Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0815-4758>

Muhammad Irsyad

University of Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1921-4987>

Yudan Whulanza

University of Indonesia, Jawa Barat, Indonesia
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1541-2118>

The integration of food-grade starch into 3D printing technologies holds significant potential for creating customized, sustainable, and nutritionally enriched food products. This manuscript explores the development of novel sago starch-alginate food inks, specifically examining their rheological behavior, printability, and application potential for extrusion-based 3D food printing. Indonesia, holding over half the world's sago forests (1.28 million hectares), underutilizes this native staple. However, challenges persist in ensuring structural stability, reproducibility, and functional performance. The primary problem addressed is the identification of suitable hydrogel formulations that achieve both reliable printability and structural integrity post-printing. This study establishes that successful 3D printing of alginate-sago hydrogels requires a critical concentration threshold of 20% alginate/sago formulation. A notable feature is the significant discrepancy between theoretical rheological predictions and experimental outcomes for mid-range composites (e.g., Alg6/Sago6 and Alg8/Sago8), underscoring limitations in current rheological models. Sago starch, with its high amylose content and favorable shear-thinning behavior, offers superior printability and storage performance. While sago incorporation significantly enhances shear-thinning behavior and allows for effective viscosity modulation, storage modulus proved more predictive of printability than viscosity parameters. These findings provide practical insights for optimizing starch in maintaining structural fidelity. A circular and cubical shape of printing with height of 10 cm was reached using the line deposition of around 0.5 mm with 90% accuracy of design pattern.

Keywords: 3D food printing, shear-thinning, storage modulus, native starch-alginate, sago starch.

References

1. Whulanza, Y., Arsyian, R., Saragih, A. S. (2018). Characterization of hydrogel printer for direct cell-laden scaffolds. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/1.5023972>
2. Sun, J., Zhou, W., Yan, L., Huang, D., Lin, L. (2018). Extrusion-based food printing for digitalized food design and nutrition control. *Journal of Food Engineering*, 220, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.02.028>
3. Shen, D., Zhang, M., Mujumdar, A. S., Li, J. (2023). Advances and application of efficient physical fields in extrusion based 3D food printing technology. *Trends in Food Science & Technology*, 131, 104–117. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.017>
4. Habibi, H., Khosravi-Darani, K. (2017). Effective variables on production and structure of xanthan gum and its food applications: A review. *Bio-catalysis and Agricultural Biotechnology*, 10, 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.02.013>
5. Udo, T., Mummaleti, G., Mohan, A., Singh, R. K., Kong, F. (2023). Current and emerging applications of carrageenan in the food industry. *Food Research International*, 173, 113369. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113369>
6. Tahir, H. E., Xiaobo, Z., Mahunu, G. K., Arslan, M., Abdalhai, M., Zhihua, L. (2019). Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetables preservation: A review. *Carbohydrate Polymers*, 224, 115141. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115141>
7. Mudgil, D., Barak, S., Khatkar, B. S. (2011). Guar gum: processing, properties and food applications – A Review. *Journal of Food Science*

- and Technology, 51 (3), 409–418. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0522-x>
8. Yang, D., Yuan, Y., Wang, L., Wang, X., Mu, R., Pang, J. et al. (2017). A Review on Konjac Glucomannan Gels: Microstructure and Application. *International Journal of Molecular Sciences*, 18 (11), 2250. <https://doi.org/10.3390/ijms18112250>
 9. Cui, Y., Li, C., Guo, Y., Liu, X., Zhu, F., Liu, Z. et al. (2022). Rheological & 3D printing properties of potato starch composite gels. *Journal of Food Engineering*, 313, 110756. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2021.110756>
 10. Ehara, H., Toyoda, Y., Johnson, D. V. (Eds.) (2018). *Sago Palm*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-5269-9>
 11. Sumardiono, S., Rakhmawati, R. B. (2017). Physicochemical Properties of Sago Starch Under Various Modification Process: An Overview. *Advanced Science Letters*, 23 (6), 5789–5791. <https://doi.org/10.1166/asl.2017.8833>
 12. Whulanza, Y., Azadi, A., Supriadi, S., Rahman, S. F., Chalid, M., Irsyad, M. et al. (2022). Tailoring mechanical properties and degradation rate of maxillofacial implant based on sago starch/polylactid acid blend. *Heliyon*, 8 (1), e08600. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08600>
 13. Yoon, Y., Kim, C. H., Lee, J. E., Yoon, J., Lee, N. K., Kim, T. H., Park, S. H. (2019). 3D bioprinted complex constructs reinforced by hybrid multilayers of electrospun nanofiber sheets. *Biofabrication*, 11 (2), 025015. <https://doi.org/10.1088/1758-5090/ab08c2>
 14. Hirao, K., Kondo, T., Kainuma, K., Takahashi, S. (2021). Starch gel foods in cookery science: application of native starch and modified starches. *Journal of Biorheology*, 35 (1), 29–41. <https://doi.org/10.17106/jbr.35.29>
 15. Li, C. (2024). Unraveling the Complexities of Starch Retrogradation: Insights from Kinetics, Molecular Interactions, and Influences of Food Ingredients. *Food Reviews International*, 40 (9), 3159–3182. <https://doi.org/10.1080/87559129.2024.2347467>
 16. Wang, S., Li, C., Copeland, L., Niu, Q., Wang, S. (2015). Starch Retrogradation: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14 (5), 568–585. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12143>
 17. Feltre, G., Almeida, F. S., Sato, A. C. K., Dacanal, G. C., Hubinger, M. D. (2020). Alginate and corn starch mixed gels: Effect of gelatinization and amylose content on the properties and in vitro digestibility. *Food Research International*, 132, 109069. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109069>
 18. Ramírez, C., Millon, C., Nuñez, H., Pinto, M., Valencia, P., Acevedo, C., Simpson, R. (2015). Study of effect of sodium alginate on potato starch digestibility during in vitro digestion. *Food Hydrocolloids*, 44, 328–332. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.08.023>
 19. Zhong, Q., Chen, Y., Zhang, X., Yang, G., Jin, W., Peng, D., Huang, Q. (2024). Correlation between 3D printability and rheological properties of biopolymer fluid: A case study of alginate-based hydrogels. *Journal of Food Engineering*, 370, 111970. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2024.111970>
 20. Ji, H., Zhao, J., Chen, J., Shimai, S., Zhang, J., Liu, Y. et al. (2022). A novel experimental approach to quantitatively evaluate the printability of inks in 3D printing using two criteria. *Additive Manufacturing*, 55, 102846. <https://doi.org/10.1016/j.addma.2022.102846>
 21. Cui, Y., Yang, F., Wang, C., Blennow, A., Li, C., Liu, X. (2024). 3D Printing windows and rheological properties for normal maize starch/sodium alginate composite gels. *Food Hydrocolloids*, 146, 109178. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109178>
 22. Yang, F., Zhang, M., Bhandari, B. (2015). Recent development in 3D food printing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (14), 3145–3153. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1094732>
 23. Whulanza, Y., Hidayaturrahmi, P., Kurniawati, T., AJ, R. (2017). Realization and testing of multi-material 3D printer for bone scaffold fabrication. *AIP Conference Proceedings*, 1817, 040001. <https://doi.org/10.1063/1.4976786>
 24. Fonkwe, L. G., Narsimhan, G., Cha, A. S. (2003). Characterization of gelation time and texture of gelatin and gelatin-polysaccharide mixed gels. *Food Hydrocolloids*, 17 (6), 871–883. [https://doi.org/10.1016/s0268-005x\(03\)00108-5](https://doi.org/10.1016/s0268-005x(03)00108-5)
 25. Yan, N., Yang, L., Xiao, X., Huang, P., Shu, C., Song, S., Tan, H. (2025). Research on Structural–Mechanical Property of Rice Starch Gels for Food 3D Printing and Flexible Sensing. *Journal of Food Process Engineering*, 48 (5). <https://doi.org/10.1111/jfpe.70126>
 26. Okazaki, M. (2018). The Structure and Characteristics of Sago Starch. *Sago Palm*, 247–259. https://doi.org/10.1007/978-981-10-5269-9_18
 27. Du, C., Jiang, F., Jiang, W., Ge, W., Du, S. (2020). Physicochemical and structural properties of sago starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 164, 1785–1793. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.310>
 28. Nishiyama, S., Okazaki, M., Katsumi, N., Honda, Y., Tsujimoto, M. (2015). Surface charge on sago starch granules. *Sago Palm*, 23 (2), 77–83. Available at: https://www.sagopalmsociety.com/_files/ugd/3f58e5_4142a53f161840f68dc865bd28bed78f.pdf
 29. Singh, J., Singh, N. (2003). Studies on the morphological and rheological properties of granular cold water soluble corn and potato starches. *Food Hydrocolloids*, 17 (1), 63–72. [https://doi.org/10.1016/s0268-005x\(02\)00036-x](https://doi.org/10.1016/s0268-005x(02)00036-x)
 30. Pérez, E. E., Breene, W. M., Bahnnassey, Y. A. (1998). Variations in the Gelatinization Profiles of Cassava, Sagu and Arrowroot Native Starches as Measured with Different Thermal and Mechanical Methods. *Starch - Stärke*, 50 (2-3), 70–72. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1521-379x\(199803\)50:2/3<70::aid-star70>3.0.co;2-u](https://doi.org/10.1002/(sici)1521-379x(199803)50:2/3<70::aid-star70>3.0.co;2-u)
 31. Ronda, F., Roos, Y. H. (2008). Gelatinization and freeze-concentration effects on recrystallization in corn and potato starch gels. *Carbohydrate Research*, 343 (5), 903–911. <https://doi.org/10.1016/j.carres.2008.01.026>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335523

DEVELOPMENT AND OPTIMIZATION OF TECHNOLOGY OF SOFT CHEESE PRODUCTION FROM CAMEL MILK (p. 41–48)

Eleonora Gabrilyants

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Shymkent,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-5674>

Aidana Utebaeva

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Shymkent,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3792-4656>

Ravshanbek Alibekov

Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Shymkent,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0723-3101>

The object of this study is the soft cheese production from camel milk (*Camelus dromedarius*), with a specific focus on curd formation and the structural and quality characteristics of the final product.

The study addresses a key problem, namely it's the weak gelation and unstable curd structure of camel milk, resulting from its atypical protein composition, which complicates its use in cheese making. The main task was to identify optimal values of coagulant dose and coagulation temperature to enhance both cheese yield and quality.

Experimental studies evaluated the effects of ChyMax® M 1000 at doses of 0.05–0.20 ml/l and coagulation temperatures of 34–40°C on key technological indicators such as yield, syneresis, moisture retention, and textural attributes. Both factors significantly influenced the development of curd and final product quality. The most favorable results were obtained at a coagulant dose of 0.10–0.15 ml/l and a coagulation temperature of 36–38°C. Under these conditions, cheese yield reached up to 184.5 g/l, with improved moisture content (up to 60.5%), moderate syneresis, and enhanced textural characteristics. These outcomes are attributed to increased proteolytic activity and improved gel matrix formation at the optimal conditions. The key distinguishing feature of the results is the identified balance of coagulant dose and temperature, which led to stable curd structure and higher cheese yield.

A technological scheme for the soft cheese production from camel milk was developed, offering potential for industrial-scale application. The proposed process is suitable for dairy enterprises seeking to diversify their product range with functional and regionally adapted soft cheeses based on camel milk.

Keywords: camel milk, soft cheese, coagulation temperature, coagulant dose, cheese yield.

References

- Bilal, Z., Amutova, F., Kabdullina, Z., Utemuratova, D., Kondybayev, A., Akhmetadykova, S. et al. (2025). Study of biological safety of camel milk after treatment with different antibiotics. *PLOS One*, 20 (4), e0321807. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0321807>
- Konuspayeva, G., Camier, B., Aleilawi, N., Al-Shumeimyri, M., Al-Hammad, K., Algruin, K. et al. (2016). Manufacture of dry- and brine-salted soft camel cheeses for the camel dairy industry. *International Journal of Dairy Technology*, 70 (1), 92–101. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12319>
- Alia, O. A. E., Zine-Eddine, Y., Ajbli, N., Kzaiber, F., Oussama, A., Boutoia, K. (2023). Optimization of camel milk coagulation: the use of coagulants of microbiological and plant origin. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 22 (1), 81–91. <https://doi.org/10.17306/j.afs.2023.1106>
- Gabrilyants, E., Alibekov, R. (2024). The influence of lactic acid bacteria on a number of aspects of the process of producing cheese from camel milk. *Bulletin of the L. N. Gumilyov Eurasian National University. Bioscience Series*, 149 (4), 63–74. <https://doi.org/10.32523/2616-7034-2024-149-4-63-74>
- Mihretie, Y., Tadesse, N., Amakelew, S., Fikru, S. (2018). Cheese production from camel milk using lemon juice as a coagulant. *Journal of Environmental and Agricultural Sciences*, 17, 11–19. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27716.37760>
- Omrani, A., Sboui, A., Hannachi, H., Hamouda, M., Dbara, M., Hammadi, M. et al. (2024). Optimisation of soft camel cheese production coagulated with green carob extract using response surface methodology: Yield, physicochemical, microbial, sensorial, and rheological properties. *International Journal of Dairy Technology*, 77 (4), 1159–1170. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.13118>
- Konuspayeva, G., Camier, B., Gaucheron, F., Faye, B. (2014). Some parameters to process camel milk into cheese. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26 (4), 354. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v26i4.17277>
- Al-zoreky, N. S., Almathen, F. S. (2021). Using recombinant camel chymosin to make white soft cheese from camel milk. *Food Chemistry*, 337, 127994. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127994>
- IDF Standard 157: 2007/ISO 11815 Milk – Determination of total milk-clotting activity of bovine rennets (2007). ISO and IDF. Available at: <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/43876/16e0de8955e74c1fbc8f912e96c85b7b/ISO-11815-2007.pdf>
- Official Methods of Analysis (1997). Arlington: Association of Official Analytical Chemists.
- Kamal, M., Foukani, M., Karoui, R. (2017). Effects of heating and calcium and phosphate mineral supplementation on the physical properties of rennet-induced coagulation of camel and cow milk gels. *Journal of Dairy Research*, 84 (2), 220–228. <https://doi.org/10.1017/s0022029917000152>
- Panthi, R. R., Kelly, A. L., Sheehan, J. J., Bulbul, K., Vollmer, A. H., & McMahon, D. J. (2019). Influence of protein concentration and coagulation temperature on rennet-induced gelation characteristics and curd microstructure. *Journal of Dairy Science*, 102(1), 177–189. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15039>
- Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. (Eds.) (2013). *Advanced Dairy Chemistry, Volume 1A: Proteins: Basic Aspects*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4714-6>
- Walstra, P., Walstra, P., Wouters, J. T. M., Geurts, T. J. (2005). *Dairy Science and Technology*. Boca Raton: CRC Press, 808. <https://doi.org/10.1201/9781420028010>
- Warncke, M., Keienburg, S., Kulozik, U. (2021). Cold-Renneted Milk Powders for Cheese Production: Impact of Casein/Whey Protein Ratio and Heat on the Gelling Behavior of Reconstituted Rennet Gels and on the Survival Rate of Integrated Lactic Acid Bacteria. *Foods*, 10 (7), 1606. <https://doi.org/10.3390/foods10071606>
- Bekele, B., Hansen, E. B., Eshetu, M., Ipsen, R., Hailu, Y. (2019). Effect of starter cultures on properties of soft white cheese made from camel (*Camelus dromedarius*) milk. *Journal of Dairy Science*, 102 (2), 1108–1115. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15084>
- Mbye, M., Ayyash, M., Abu-Jdayil, B., Kamal-Eldin, A. (2022). The Texture of Camel Milk Cheese: Effects of Milk Composition, Coagulants, and Processing Conditions. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.868320>
- Madadlou, A., Khosroshahi, A., Mousavi, S. M., Djome, Z. E. (2006). Microstructure and Rheological Properties of Iranian White Cheese Coagulated at Various Temperatures. *Journal of Dairy Science*, 89 (7), 2359–2364. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(06\)72308-6](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(06)72308-6)
- Bunka, F., Pachlová, V., Nenutilová, L. (2013). Texture Properties of Dutch-Type Cheese as a Function of Its Location and Ripening. *International Journal of Food Properties*, 16 (5), 1016–1027. <https://doi.org/10.1080/10942912.2011.575496>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.333997

ESTABLISHING THE DEPENDENCE OF FERMENTATION PROCESS OF MILK CLOTS WITH MESOPHILIC LACTIC ACID STREPTOCOCCI ON THE GENOTYPE OF COWS IN TERMS OF THE KAPPA-CASEIN GENE (p. 49–56)

Volodymyr Ladyka

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6748-7616>

Yuriy Skliarenko

Institute of Agriculture of the Northeast of the National Academy of

Sciences, Sad vill., Sumy reg., Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6579-2382>

Natalia Bolgova

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0201-0769>

Viktorii Vechorka

Khmelnitskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4956-2074>

Serhiy Tereshchenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1587-5013>

Vitalii Pysariev

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-4638-6789>

The object of research is patterns in a technological process related to the fermentation of milk clots from dairy raw materials obtained from cows with different genotypes by the kappa-casein gene. The task still unresolved is the need to adjust the technological process in the manufacture of fermented milk products from dairy raw materials obtained from cows with different genotypes by this gene. This is associated with the interest of animal owners to create herds of cows with the BB genotype in order to improve milk suitability for cheese making.

Changes in physical-chemical, microbiological, and organoleptic parameters in the process of targeted use of mesophilic lactic acid bacteria of biotechnological processing and during storage have been studied.

Based on the results of the study of fermented clots, their physical-chemical and microbiological parameters, the absence of dependence of the fermentation process of milk clots by mesophilic lactic acid streptococci on the cow genotype according to the kappa-casein gene has been found.

The study has resulted in confirming the hypothesis that genetic variants of the kappa-casein (CSN3) gene in cows (AA, AB, BB) affect the physical-chemical characteristics of milk, the dynamics of fermentation, and the properties of milk clots formed under the action of mesophilic lactic acid streptococci, and therefore the quality of finished fermented milk products. The use of milk from the cow genotype based on the kappa-casein gene is possible using classical technology and does not require adjustment of technological conditions.

The results of the work could be used in the milk processing industry in the development of technology for fermented milk products from raw milk of cows with different genotypes based on the kappa-casein gene.

Keywords: kappa-casein, milk clot, lactic acid bacteria, consistency, viscosity, biotechnological processing, lactococci, technological properties, storage of fermented milk products.

References

1. Sakihara, T., Otsuji, K., Arakaki, Y., Hamada, K., Sugiura, S., Ito, K. (2022). Early Discontinuation of Cow's Milk Protein Ingestion Is Associated with the Development of Cow's Milk Allergy. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 10 (1), 172–179. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2021.07.053>
2. Giannetti, A., Toschi Vespasiani, G., Ricci, G., Miniaci, A., di Palmo, E., Pession, A. (2021). Cow's Milk Protein Allergy as a Model of Food Allergies. *Nutrients*, 13 (5), 1525. <https://doi.org/10.3390/nu13051525>
3. Čítek, J., Brzáková, M., Hanusová, L., Hanuš, O., Večerek, L., Samková, E. et al. (2020). Technological properties of cow's milk: correlations with milk composition, effect of interactions of genes and other factors. *Czech Journal of Animal Science*, 65 (1), 13–22. <https://doi.org/10.17221/150/2019-cjas>
4. Sokoliuk, V. M., Dukhnytsky, V. B., Krupelnitsky, T. V., Ligomina, I. P., Revunets, A. S., Prus, V. M. (2022). Influence of technological factors on milk quality indicators. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 24 (105), 37–43. <https://doi.org/10.32718/nvlvet10506>
5. Giribaldi, M., Lamberti, C., Cirrincione, S., Giuffrida, M. G., Cavallarin, L. (2022). A2 Milk and BCM-7 Peptide as Emerging Parameters of Milk Quality. *Frontiers in Nutrition*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.842375>
6. Plivachuk, O. P., Dyman, T. M. (2018). Interdependence of complex genotypes of alfa-lactalbumin and beta-lactoglobulin with composition and technological properties of milk of ukrainian black-and-white dairy cattle. *Animal Breeding and Genetics*, 51, 124–131. <https://doi.org/10.31073/abg.51.17>
7. Manguy, J., Shields, D. C. (2019). Implications of kappa-casein evolutionary diversity for the self-assembly and aggregation of casein micelles. *Royal Society Open Science*, 6 (10), 190939. <https://doi.org/10.1098/rsos.190939>
8. Khashtayeva, A. Zh., Mamayeva, L. A., Abylgazinova, A. T., Zhamurova, V. S., Karimov, N. Zh., Muratbekova, K. M. (2021). RETRACTED ARTICLE: Influence of the kappa casein genotype on the technological properties of cow milk of Simmental and Alatau breeds. *Functional & Integrative Genomics*, 21 (2), 231–238. <https://doi.org/10.1007/s10142-021-00772-1>
9. Bonfatti, V., Di Martino, G., Cecchinato, A., Vicario, D., Carnier, P. (2010). Effects of β - κ -casein (CSN2-CSN3) haplotypes and β -lactoglobulin (BLG) genotypes on milk production traits and detailed protein composition of individual milk of Simmental cows. *Journal of Dairy Science*, 93 (8), 3797–3808. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2778>
10. Bonfatti, V., Chiarot, G., Carnier, P. (2014). Glycosylation of κ -casein: Genetic and nongenetic variation and effects on rennet coagulation properties of milk. *Journal of Dairy Science*, 97 (4), 1961–1969. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7418>
11. Kyselová, J., Ječmínková, K., Matějčková, J., Hanuš, O., Kott, T., Štípková, M., Krejčová, M. (2019). Physicochemical characteristics and fermentation ability of milk from Czech Fleckvieh cows are related to genetic polymorphisms of β -casein, κ -casein, and β -lactoglobulin. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32 (1), 14–22. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0924>
12. Abeykoon, C. D., Rathnayake, R. M. C., Johansson, M., Silva, G. L. L. P., Ranadheera, C. S., Lundh, Å., Vidanarachchi, J. K. (2016). Milk Coagulation Properties and Milk Protein Genetic Variants of Three Cattle Breeds/Types in Sri Lanka. *Procedia Food Science*, 6, 348–351. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2016.02.070>
13. Gustavsson, F., Buitenhuis, A. J., Johansson, M., Bertelsen, H. P., Glantz, M., Poulsen, N. A. et al. (2014). Effects of breed and casein genetic variants on protein profile in milk from Swedish Red, Danish Holstein, and Danish Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, 97 (6), 3866–3877. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7312>
14. Bijl, E., van Valenberg, H., Sikkes, S., Jumelet, S., Sala, G., Olieman, K. et al. (2014). Chymosin-induced hydrolysis of caseins: Influence of degree of phosphorylation of alpha-s1-casein and genetic variants of beta-casein. *International Dairy Journal*, 39 (2), 215–221. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.07.005>

15. Sun, Y., Ding, Y., Liu, B., Guo, J., Su, Y., Yang, X. et al. (2024). Recent advances in the bovine β -casein gene mutants on functional characteristics and nutritional health of dairy products: Status, challenges, and prospects. *Food Chemistry*, 443, 138510. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138510>
16. Bolgova, N. V., Huba, S. O., Sokolenko, V. V., Mazhara, A. K. (2023). Study of the influence of vitamins on the fermentation process in the production of yogurt. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies*, 25 (100), 43–46. <https://doi.org/10.32718/nvlvet-f10007>
17. Bintsis, T., Papademas, P. (2022). The Evolution of Fermented Milks, from Artisanal to Industrial Products: A Critical Review. *Fermentation*, 8 (12), 679. <https://doi.org/10.3390/fermentation8120679>
18. Samilyk, M., Bolgova, N., Samokhina, E., Cherniavska, T., Kharchenko, S. (2024). Use of hop extract in the biotechnology of kefir beverage. *Scientific Horizons*, 27 (3), 97–106. <https://doi.org/10.48077/scihor3.2024.97>
19. Wang, X., Yu, Z., Zhao, X., Han, R., Huang, D., Yang, Y., Cheng, G. (2020). Comparative proteomic characterization of bovine milk containing β -casein variants A1A1 and A2A2, and their heterozygote A1A2. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101 (2), 718–725. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10684>
20. Liu, T., Li, Y., Yang, Y., Yi, H., Zhang, L., He, G. (2020). The influence of different lactic acid bacteria on sourdough flavor and a deep insight into sourdough fermentation through RNA sequencing. *Food Chemistry*, 307, 125529. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125529>
21. Romanchuk, I., Minorova, A., Rudakova, T., Moiseeva, L. (2020). Regularities of lactose hydrolysis in dairy raw materials. *Food Resources*, 8 (14), 165–174. Available at: <https://iprjournal.kyiv.ua/index.php/pr/article/view/55>
22. Gao, D., Helikh, A., Duan, Z. (2021). Functional properties of four kinds of oilseed protein isolates. *Journal of Chemistry and Technologies*, 29 (1), 155–163. <https://doi.org/10.15421/082116>
23. Kieliszek, M., Pobiega, K., Piwowarek, K., Kot, A. M. (2021). Characteristics of the Proteolytic Enzymes Produced by Lactic Acid Bacteria. *Molecules*, 26 (7), 1858. <https://doi.org/10.3390/molecules26071858>
24. Cheng, T., Wang, L., Guo, Z., Li, B. (2022). Technological characterization and antibacterial activity of *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* strains for potential use as starter culture for cheddar cheese manufacture. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.13022>
25. Thum, C., Roy, N. C., Everett, D. W., McNabb, W. C. (2021). Variation in milk fat globule size and composition: A source of bioactives for human health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63 (1), 87–113. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1944049>
26. Ladyka, V., Drevytska, T., Pavlenko, J., Skliarenko, Y., Lahuta, T., Drevytskiy, O., Dosenko, V. (2022). Evaluation of cow genotypes by kappa-casein of dairy breeds. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 25 (1). <https://doi.org/10.15414/afz.2022.25.01.1-6>
27. Directive 2010/63/EU of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 on the protection of animals used for scientific purposes Text with EEA relevance. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2010/63/oj/eng>
28. Nakaz No. 249 vid 01.03.2012 Pro zatverdzhennia Poriadku provedennia naukovykh ustanovamy doslidiv, eksperymentiv na tvarynakh. Available at: https://zakononline.com.ua/documents/show/329995___330060
29. Teliuk, P. A. (2021). Vplyv natriu, kaliiu ta kaltsiu na rozvytok *Lactococcus lactis*. Kyiv. Available at: <https://er.nau.edu.ua/items/4e03963d-1bb0-44f0-a01c-d9fa0b65c93f>
30. Miluchová, M., Gábor, M., Candrák, J., Trakovická, A., Candráková, K. (2018). Association of HindIII-polymorphism in kappa-casein gene with milk, fat and protein yield in holstein cattle*. *Acta Biochimica Polonica*, 65 (3). https://doi.org/10.18388/abp.2017_2313

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335174

INVESTIGATING THE EFFECT OF CORN SILK EXTRACT ON THE PROPERTIES OF THE TRADITIONAL FERMENTED DAIRY PRODUCT AYRAN (p. 57–69)

Aigerim Aitbayeva

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5896-5241>

Makhabat Kassymova

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4789-7148>

Maigul Kizatova

Asfendiyarov Kazakh National Medical University, Almaty, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6481-7410>

Ravshanbek Alibekov

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0723-3101>

Aidana Utebaeva

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Republic of Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3792-4656>

This study's object is the potential of fresh and dried corn silk (CS) as functional ingredients for fortifying the national fermented milk product – ayran.

There is an obvious need for comprehensive research into fermented products based on plant-milk synergy. The current study is aimed at solving the task of increasing the nutritional value of ayran by fortifying it with extracts from local raw materials.

A series of comprehensive studies were conducted to reveal the potential of fermented ayran products with CS extracts using the synergistic effect of plant and dairy matrices. A technology for ayran fortified with biologically active compounds of CS extract has been devised. It has been established that under the influence of CS extract, the content of polyphenols and flavonoids increases by 22.2%, which accompanies the antioxidant activity of corn silk in products. In the experimental sample, a significant increase (by 10.49%) in protein content was observed, which exceeds the control value. This activation led to the conclusion that corn silk significantly improves the amino acid profile of the product. The concentration of some amino acids increased significantly. The most pronounced increase is observed for proline (by 18.28%), methionine (by 15.67%), valine (by 13.36%), arginine (by 13%), and tyrosine (by 12.7%). An increase in the level of phenylalanine (by 10%), histidine (by 6.47%), alanine (by 6.7%), serine (by 4.9%), glycine (by 3.8%), lysine (by 2.1%), and isoleucine with leucine (by 0.98%) was also noted. Ayran with aqueous extract of corn silk demonstrated an improved mineral

profile. The contents of important minerals such as sodium (4.77%), magnesium (1.21%), phosphorus (10.90%), potassium (18.08%), calcium (10.68%), chlorine (11.25%), and sulfur (0.71%) increased significantly. These changes indicate that the designed product could be considered an improved functional food and with the potential for commercialization.

Keywords: corn silk, ultrasonic extraction, aqueous extract, amino acid profile, antioxidant activity.

References

- Konuspayeva, G., Baubekova, A., Akhmetsadykova, S., Faye, B. (2023). Traditional dairy fermented products in Central Asia. *International Dairy Journal*, 137, 105514. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2022.105514>
- Zhadyra, S., Han, X., Anapiyayev, B. B., Tao, F., Xu, P. (2021). Bacterial diversity analysis in Kazakh fermented milks Shubat and Ayran by combining culture-dependent and culture-independent methods. *LWT*, 141, 110877. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.110877>
- Kalabaevna, A. M., Aybergen, A. (2023). Pischevaya tsennost', aminokislottnyi, zhirokislottnyi sostav napitka «koyyrtpak» s rastitel'nymi dobavkami, pokazatelye kachestva. *Theoretical Hypotheses and Empirical Results*, 3. Available at: <https://ojs.scipub.de/index.php/THIR/article/view/1582>
- Yarmagametova, B. A., Kizatova, M. Zh. (2021). Current state of technology for obtaining extract from corn germ (zea mays germinis). *Farmaciâ Kazahstana*, 2, 79–83. <https://doi.org/10.53511/pharmkaz.2021.31.72.021>
- Daud, N. M., Putra, N. R., Jamaludin, R., Md Norodin, N. S., Sarkawi, N. S., Hamzah, M. H. S. et al. (2022). Valorisation of plant seed as natural bioactive compounds by various extraction methods: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 119, 201–214. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.010>
- Tadeo, J. L., Sánchez-Brunete, C., Albero, B., García-Valcárcel, A. I. (2010). Application of ultrasound-assisted extraction to the determination of contaminants in food and soil samples. *Journal of Chromatography A*, 1217 (16), 2415–2440. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2009.11.066>
- Yusoff, I. M., Mat Taher, Z., Rahmat, Z., Chua, L. S. (2022). A review of ultrasound-assisted extraction for plant bioactive compounds: Phenolics, flavonoids, thymols, saponins and proteins. *Food Research International*, 157, 111268. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111268>
- Flores-Sauceda, M., Othón-Díaz, E. D., Fimbres-García, J. O., Cruz-Valenzuela, M. R., Silva-Espinoza, B. A., Vazquez-Armenta, F. J. et al. (2025). Corn silk-derived bioactives as polyphenol oxidase inhibitors: Mechanisms and applications in food preservation. *Food Bioscience*, 68, 106411. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.106411>
- Tian, S., Sun, Y., Chen, Z. (2021). Extraction of Flavonoids from Corn Silk and Biological Activities In Vitro. *Journal of Food Quality*, 2021, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/7390425>
- Sarepoua, E., Tangwongchai, R., Suriharn, B., Lertrat, K. (2015). Influence of variety and harvest maturity on phytochemical content in corn silk. *Food Chemistry*, 169, 424–429. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.136>
- Kizatova, M. E., Sultanova, M. Zh. (2021). Obzor sposoba ekstraktsii, kak effektivnogo metoda analiza. In *The XV International Science Conference «Trends in the development of science and practice»*. Madrid, 384–389.
- Aitbayeva, A. Zh., Alibekov, R. S., Farah, S. T. (2023). The research of secondary resources in corn processing. *The Journal of Almaty Technological University*, 2, 29–37. <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2023-2-29-37>
- Liu, J., Wang, C., Wang, Z., Zhang, C., Lu, S., Liu, J. (2011). The antioxidant and free-radical scavenging activities of extract and fractions from corn silk (*Zea mays* L.) and related flavone glycosides. *Food Chemistry*, 126 (1), 261–269. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.11.014>
- Utebaeva, A., Gabrilyants, E., Abish, Z. (2024). Developing a Symbiotic Fermented Milk Product with Microwave-Treated Hawthorn Extract. *Fermentation*, 10 (8), 377. <https://doi.org/10.3390/fermentation10080377>
- Akgün, D., Gültekin-Özgüven, M., Yücepete, A., Altin, G., Gibis, M., Weiss, J., Özçelik, B. (2020). Stirred-type yoghurt incorporated with sour cherry extract in chitosan-coated liposomes. *Food Hydrocolloids*, 101, 105532. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105532>
- Patel, S., Goyal, A. (2012). The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review. *3 Biotech*, 2 (2), 115–125. <https://doi.org/10.1007/s13205-012-0044-x>
- Kizatova, M., Tashpolatova, S. (2023). Study of the chemical composition and pharmacological action of corn columns with silks. *Scientific Collection “InterConf”*, 140, 537–543. Available at: <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/2232>
- Utebaeva, A., Yevlash, V., Gabrilyants, E., Abish, Z., Aitbayeva, A. (2024). Development of kefir product with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* (BB-12) activated by *Sanguisorba officinalis* L. extract. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (131)), 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.312708>
- Tastemirova, U. U., Mukhtarkhanova, R. B., Singisov, A. U. (2023). Study of the yield of dry substances during extraction of grape seeds and flax seeds. *The Journal of Almaty Technological University*, 4, 174–181. <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2023-4-174-181>
- Muda, R. J., Nurhanan, A. R., Rosli, W., Mohsin, S. (2012). Total polyphenol content and free radical scavenging activity of cornsilk (*Zea mays* hairs). *Sains Malaysiana*, 41 (10), 1217–1221. Available at: https://www.researchgate.net/publication/285794785_Total_Polyphenol_Content_and_Free_Radical_Scavenging_Activity_of_Corn-silk_Zea_mays_hairs
- Alibekov, R. S., Aitbayeva, A. Z., Khamitova, B. M., Azimov, A. M., Sulaiman, A., Mustapa Kamal, S. M., Taip, F. S. (2025). Effects of maltodextrin in freeze drying on the physical and functional properties of different type of milk powder. *Cogent Food & Agriculture*, 11 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2025.2473540>
- Krekker, L. G., Kolosova, E. V. (2022). Antioxidant activity as a functional advantage of a fermented milk product during storage. *Storage and processing of agricultural raw materials*, 2, 147–160. <https://doi.org/10.36107/10.36107/spfp.2022.348>
- Rahmani, F., Gandomi, H., Noori, N., Faraki, A., Farzaneh, M. (2021). Microbial, physiochemical and functional properties of probiotic yogurt containing *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium bifidum* enriched by green tea aqueous extract. *Food Science & Nutrition*, 9 (10), 5536–5545. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2512>
- Al-Hindi, R. R., Abd El Ghani, S. (2020). Production of Functional Fermented Milk Beverages Supplemented with Pomegranate Peel Extract and Probiotic Lactic Acid Bacteria. *Journal of Food Quality*, 2020, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2020/4710273>
- Stobiecka, M., Król, J., Brodziak, A. (2022). Antioxidant Activity of Milk and Dairy Products. *Animals*, 12 (3), 245. <https://doi.org/10.3390/ani12030245>

26. Tastemirova, U., Mukhtarkhanova, R., Shingisov, A., Yevlash, V. (2023). Identifying of the effect of the combined extract on the quality indicators of a fermented milk product from reconstituted camel milk. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (126)), 51–58. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.294930>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.337833

DEVELOPING FUNCTIONAL FISH-PLANT SNACKS WITH IMPROVED LIPID COMPOSITION AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES (p. 70–81)

Anna Palamarchuk

Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3194-0391>

Sergey Patyukov

Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6618-1428>

Olha Synytsia

Odesa National University of Technology, Odesa, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1676-3833>

Chief Technologist

LLC «Libra», Avangard vil., Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-5636-980X>

This paper reports the results of a study aimed at devising a technology for producing fish-plant functional snacks. The research focuses on improving the product recipe in order to enhance its organoleptic, physicochemical, and rheological properties, as well as to increase its biological value.

The raw material includes minced mullet (*Planiliza haematocheila*), fortified with 20% Jerusalem artichoke powder, 0.5% of a 20% sodium alginate solution, and prophylactic salt with reduced sodium content. The effects of these additives on water-holding capacity, physicochemical characteristics, structural and mechanical properties, microbiological stability, and sensory attributes were evaluated. It was found that the addition of Jerusalem artichoke increased the water-holding capacity by 11.7%, while the incorporation of 0.5% sodium alginate solution decreased the yield stress to 8.1 kPa and increased stickiness to 3.2 kPa.

During production and storage, lipid modification processes were observed. The dynamics in accumulating the conjugated dienes and trienes, products of PUFA conjugation, which leads to the formation of additional functional properties, were studied. The peroxide value did not exceed 0.043% I₂/100 g of fat, demonstrating high oxidative stability. The shelf life of the dried fish-plant snacks was determined to be up to 25 days when stored at 2–6°C.

The formulation devised demonstrates a strong potential for practical application in the field of functional nutrition, particularly in the production of health-oriented food products and could be implemented in large-scale manufacturing to meet daily physiological nutrient requirements.

Keywords: fish-plant snacks, mullet mince, Jerusalem artichoke powder, sodium alginate, rheological properties, oxidative stability of lipids, conjugated dienes and trienes, peroxide value, functional nutrition.

References

- Yaroslavskaya, L., Zahorodnii, V. (2020). Problems of healthy eating of the youth. *Innovations and Technologies in the Service Sphere and Food Industry*, 1, 73–81. Available at: <https://www.journals.chdtu.ck.ua/index.php/itsf/article/view/30>
- Sels, B., Philippaerts, A. (Eds.) (2014). *Conjugated Linoleic Acids and Conjugated Vegetable Oils*. Catalysis Series. <https://doi.org/10.1039/9781782620211>
- den Hartigh, L. (2019). Conjugated Linoleic Acid Effects on Cancer, Obesity, and Atherosclerosis: A Review of Pre-Clinical and Human Trials with Current Perspectives. *Nutrients*, 11 (2), 370. <https://doi.org/10.3390/nu11020370>
- Fitri, N., Chan, S. X. Y., Che Lah, N. H., Jam, F. A., Misnan, N. M., Kamal, N. et al. (2022). A Comprehensive Review on the Processing of Dried Fish and the Associated Chemical and Nutritional Changes. *Foods*, 11 (19), 2938. <https://doi.org/10.3390/foods11192938>
- Wang, J., Han, L., Wang, D., Li, P., Shahidi, F. (2020). Conjugated Fatty Acids in Muscle Food Products and Their Potential Health Benefits: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68 (47), 13530–13540. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c05759>
- Dorozhko, V. V. (2020). Suchasni tekhnolohiyi vyrobnytstva rybnikh snekiv. The XII International Scientific and Practical Conference «Goal and the role of world science in life». Stockholm, 227–228.
- Burcu, O., Meltem, S. (2018). Effects of Jerusalem Artichoke Powder and Sodium Carbonate as Phosphate Replacers on the Quality Characteristics of Emulsified Chicken Meatballs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38 (1), 26–42. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.1.026>
- Nowacka, M., Trusinska, M., Chraniuk, P., Piatkowska, J., Pakulska, A., Wisniewska, K. et al. (2023). Plant-Based Fish Analogs – A Review. *Applied Sciences*, 13 (7), 4509. <https://doi.org/10.3390/app13074509>
- Zhou, X., Zhang, C., Zhao, L., Zhou, X., Cao, W., Zhou, C. (2022). Effect of Pre-Emulsion of Pea-Grass Carp Co-Precipitation Dual Protein on the Gel Quality of Fish Sausage. *Foods*, 11 (20), 3192. <https://doi.org/10.3390/foods11203192>
- Kim, J. H., Kim, Y., Kim, Y. J., Park, Y. (2016). Conjugated Linoleic Acid: Potential Health Benefits as a Functional Food Ingredient. *Annual Review of Food Science and Technology*, 7 (1), 221–244. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-041715-033028>
- Pariza, M. W., Hargraves, W. A. (1985). A beef-derived mutagenesis modulator inhibits initiation of mouse epidermal tumors by 7,12-dimethylbenz[a]anthracene. *Carcinogenesis*, 6 (4), 591–593. <https://doi.org/10.1093/carcin/6.4.591>
- Chauhan, D. S., Vashisht, P., Bebartta, R. P., Thakur, D., Chaudhary, V. (2025). Jerusalem artichoke: A comprehensive review of nutritional composition, health benefits and emerging trends in food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24 (1). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70114>
- Abka-khajouei, R., Tounsi, L., Shahabi, N., Patel, A. K., Abdelkafi, S., Michaud, P. (2022). Structures, Properties and Applications of Alginates. *Marine Drugs*, 20 (6), 364. <https://doi.org/10.3390/md20060364>
- Kang, Z.-L., Wang, T., Li, Y., Li, K., Ma, H. (2020). Effect of sodium alginate on physical-chemical, protein conformation and sensory of low-fat frankfurters. *Meat Science*, 162, 108043. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108043>
- Simonovska, B. (2000). Determination of Inulin in Foods. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, 83 (3), 675–678. <https://doi.org/10.1093/jaoac/83.3.675>
- Abbey, L., Glover-Amengor, M., Atikpo, M. O., Atter, A., Toppe, J. (2016). Nutrient content of fish powder from low value fish and fish byproducts. *Food Science & Nutrition*, 5 (3), 374–379. <https://doi.org/10.1002/fsn3.402>

27. Tomčík, P., Bustín, D. (2001). Voltammetric determination of iodide by use of an interdigitated microelectrode array. *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*, 371 (4), 562–564. <https://doi.org/10.1007/s002160101010>
18. Vinnikova, L. G., Pronkina, K., Kyshenya, A. (2015). Improving efficiency of the dry protein preparations hydrated with the electro activated water. *Ukrainian journal of food science*, 3 (2), 216–224.
19. Tsykhanovska, I., Skurikhina, L., Evlash, V., Pavlotska, L. (2018). Formation of the functional and technological properties of the beef minced meat by using the food additive on the nanopowder basis of double oxide of two- and trivalent iron. *Ukrainian Food Journal*, 7 (3), 379–396. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2018-7-3-4>
20. Mahato, A., Chatterjee, P. N., Sarkar, S., Sen, A. R., Pal, A., Roy, S., Patra, A. K. (2024). Effects of Chemically and Green Synthesized Zinc Oxide Nanoparticles on Shelf Life and Sensory Quality of Minced Fish (*Pangasius hypophthalmus*). *Foods*, 13 (17), 2810. <https://doi.org/10.3390/foods13172810>
21. Qiao, M., Zhang, T., Miao, M. (2024). Minced Beef Meat Paste Characteristics: Gel Properties, Water Distribution, and Microstructures Regulated by Medium Molecular Mass of γ -Poly-Glutamic Acid. *Foods*, 13 (4), 510. <https://doi.org/10.3390/foods13040510>
22. Nykyforov, R., Korenets, Y., Frolova, N., Kuzmin, O. (2019). Determination of the effect of calcium chloride on sodium alginate on the restructuring of fish products. *Ukrainian Food Journal*, 8 (3), 584–596. <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2019-8-3-14>
23. Sow, L. C., Toh, N. Z. Y., Wong, C. W., Yang, H. (2019). Combination of sodium alginate with tilapia fish gelatin for improved texture properties and nanostructure modification. *Food Hydrocolloids*, 94, 459–467. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.03.041>
24. Cevik, M., Icier, F. (2019). Characterization of viscoelastic properties of minced beef meat thawed by ohmic and conventional methods. *Food Science and Technology International*, 26 (4), 277–290. <https://doi.org/10.1177/1082013219888300>
25. Zhu, Y., Guo, L., Tang, W., Yang, Q. (2020). Beneficial effects of Jerusalem artichoke powder and olive oil as animal fat replacers and natural healthy compound sources in Harbin dry sausages. *Poultry Science*, 99 (12), 7147–7158. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.058>
26. Merenkova, S. P., Zinina, O. V., Khayrullin, M. F., Bychkova, T. S., Moskvina, L. A. (2020). Study of the rheological properties of meat-vegetable minces. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613 (1), 012078. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012078>
27. Qin, Y., Zhang, G., Chen, H. (2020). The applications of alginate in functional food products. *J. Nutr. Food Sci*, 3 (1), 100013. Available at: <https://www.henrypublishers.com/henry-journal-of-nutrition-and-food-science/jnfs-10011.pdf>
28. Qin, Y., Jiang, J., Zhao, L., Zhang, J., Wang, F. (2018). Applications of Alginate as a Functional Food Ingredient. *Biopolymers for Food Design*, 409–429. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811449-0.00013-x>
29. Anderson-Dekkers, I., Nouwens-Roest, M., Peters, B., Vaughan, E. (2021). Inulin. *Handbook of Hydrocolloids*, 537–562. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-820104-6.00015-2>
30. Laurberg, P., Nøhr, S. B. (2002). Iodine intake and prevention of thyroid disorders: surveillance is needed. *Medical Journal of Australia*, 176 (7), 306–307. <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2002.tb04424.x>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.330486

IDENTIFYING OPPORTUNITIES TO IMPROVE QUALITY OF COOKED SAUSAGES BY OPTIMIZING THEIR RECIPES (p. 82–89)

Gulbagi OrymbetovaSouth Kazakhstan Medical Academy, Shymkent,
Republic of KazakhstanORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8987-3366>**Makhabat Kassymova**Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Shymkent,
Republic of KazakhstanORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4789-7148>**Emit Orymbetov**South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent,
Republic of KazakhstanORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4929-3118>**Zhansaya Abish**Mukhtar Auezov South Kazakhstan University, Shymkent,
Republic of KazakhstanORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7175-9354>

The object of the study is recipe for sausage products with addition of pea flour. The problem being solved is to create meat products with an optimal composition and quality with improved organoleptic nutritional characteristics while maintaining safety and technological effectiveness of product.

During study, a mathematical model for optimizing recipe was constructed using the linear programming method, and qualitative assessment of the quality of final product was carried out. The optimal composition of sausage products consists of the following: beef – 820 g/kg; lamb fat – 80 g/kg; pea flour – 53.35 g/kg; table salt – 1.5 g/kg; sodium nitrite – 0.002 g/kg; ground black pepper – 0.1 g/kg; starch – 45 g/kg; sugar – 0.15 g/kg. The results of the study showed that complex quality indicator is 0.88. It corresponds to the best indicator of quality of finished products. The values of group quality indicators of cooked sausages are as follows: organoleptic indicators – 0.14; physicochemical indicators – 0.14, safety indicators – 0.36, nutritional value – 0.15, energy value – 0.09.

By using these approaches to selecting ingredients and their quantitative ratios, it was possible to achieve balance in amino acid and fat composition, reduce cost price and improve organoleptic characteristics of the product. These results are explained by use of a set of methods of mathematical modeling and organoleptic correction of the recipe based on tasting assessment. Using pea flour reduces raw material costs, it would be appropriate to use it as an alternative to meat. The data obtained can be used in practice in development of functional meat products, especially in context of the need to increase nutritional value, safety and competitiveness of products.

Keywords: sausage products, mathematical modeling, simplex methods, qualitative evaluation, recipe optimization.

References

1. Balsa-Canto, E., Alonso, A. A., Arias-Méndez, A., García, M. R., López-Núñez, A., Mosquera-Fernández, M. et al. (2016). Modeling and Optimization Techniques with Applications in Food Processes, Bio-processes and Bio-systems. *Numerical Simulation in Physics and Engineering*. Cham: Springer, 187–216. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32146-2_4

2. Tarlak, F. (2023). The Use of Predictive Microbiology for the Prediction of the Shelf Life of Food Products. *Foods*, 12 (24), 4461. <https://doi.org/10.3390/foods12244461>
3. Castro, A. M., Mayorga, E. Y., Moreno, F. L. (2018). Mathematical modelling of convective drying of fruits: A review. *Journal of Food Engineering*, 223, 152–167. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.12.012>
4. Tkachenko, A., Olkhovska, O., Chernenko, O., Chilikina, T., Basova, Y. (2022). Improving the quality of cupcakes by optimizing the recipe using a mathematical modeling method. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (120)), 99–108. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268973>
5. Stratev, D., Valdramidis, V. P. (2023). Quantitative tools in microbial and chemical risk assessment. *EFSA Journal*, 21. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.e211016>
6. Indumathy, M., Sobana, S., Panda, B., Panda, R. C. (2022). Modelling and control of plate heat exchanger with continuous high-temperature short time milk pasteurization process – A review. *Chemical Engineering Journal Advances*, 11, 100305. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2022.100305>
7. Popov, E. S., Pozhidaeva, E. A., Pevtsova, E. S., Sokolova, A. V., Kolmakova, A. S. (2019). Application of methods of mathematical modeling in the optimization design of technological processes of food production. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 81 (2), 47–55. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2019-2-47-55>
8. Abdullah, L., Abidin, N. H. (2014). A Fuzzy Linear Programming in Optimizing Meat Production. *International Journal of Engineering and Technology*, 6 (1), 436–444. Available at: https://www.researchgate.net/publication/287236707_A_Fuzzy_Linear_Programming_in_Optimizing_Meat_Production
9. Riabovol, M. (2022). Mathematical modelling of the process of vibration mixing of minced sausage. *Animal Science and Food Technology*, 13 (2). [https://doi.org/10.31548/animal.13\(2\).2022.53-62](https://doi.org/10.31548/animal.13(2).2022.53-62)
10. Kuzmin, O., Pasichnyi, V., Levkun, K., Riznyk, A. (2017). Determination of the factor space of the process of extrusion of sausage products. *Ukrainian Journal of Food Science*, 5 (1). <https://doi.org/10.24263/2310-1008-2017-5-1-8>
11. Rustemova, A., Kydyraliev, N., Kirillova, T., Sadygova, M., Batyrbayeva, N. (2020). Modeling of recipes of special purpose bakery products. *BIO Web of Conferences*, 27, 00017. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202700017>
12. Dunchenko, N. I., Svinina, A. A. (2018). Convenience Minced Meat Quality Management on the Basis of the Qualimetric Forecasting. *Food Industry*, 3 (3), 59–64. <https://doi.org/10.29141/2500-1922-2018-3-3-9>
13. Guryeva, K., Soldatova, S. (2023). Comprehensive Assessment Of The Quality Of Canned Meat In Combined Packaging Materials. *Bulletin of Science and Practice*, 9 (4), 173–182. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/89/23>
14. Strizhevskaya, V. N., Simakova, I. V., Pavlenkova, M. V., Nemkova, S. A. (2019). Development of qualimetric model of combined snack foods. *Novye tehnologii (Majkop)*, 1 (47), 178–188. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-kvalimetricheskoy-modeli-kombinirovannyh-snekovyh-izdeliy/viewer>
15. Rebezov, M. B., Zhumanova, G. T. (2020). Application of mathematical modeling and the principles of qualimetric forecasting in the production of semi-finished horse meat products with the use of a protein fortifier. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613 (1), 012121. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012121>
16. Rabenko, E. B. (2014). Osobennosti kвалymetrycheskoi otsenki urovnia kachestva pyshchevoi produktsyy. *Resursoeffektivnye systemy v upravlenii y kontrole: vzgliad v budushchee*. Tomsk: Yzd-vo TPU, 210–212. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/53088231.pdf>
17. GOST 9959-2015. Miasl i miasnye produkty. Obshchie usloviia provedeniia organolepticheskoi otsenki (2016). Standartinform. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/61830/>
18. Mushtruk, M., Palamarchuk, I., Palamarchuk, V., Gudzenko, M., Slobodyanyuk, N., Zhuravel, D. et al. (2023). Mathematical modeling of quality assessment of cooked sausages with the addition of vegetable additives. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 17, 242–255. <https://doi.org/10.5219/1845>
19. Lisin, P. A., Kister, I. V., Moliboga, E. A., Skokov, A. P., Voronova, T. D., Branitsky, V. V. (2013). Optimizatsiia retseptury mnogokomponentnogo produkta metodom lineinogo programmirovaniia. *Agrarnyi vestnik Urala*, 8, 29–32. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-retseptury-mnogokomponentnogo-produkta-metodom-lineynogo-programmirovaniya/viewer>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335516

SUBSTANTIATING THE EFFICIENCY OF USING PACKAGING WITH OXYGEN ABSORBER WHEN STORING SMALL-PIECE NATURAL SEMI-FINISHED MEAT PRODUCTS (p. 90–102)

Larysa Bal-Prylypko

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9489-8610>

Marina Serdyuk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6504-4093>

Valentyna Bandura

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8074-3020>

Uliana Drachuk

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3862-0961>

Mykola Andrushchenko

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Zaporizhzhia, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7233-4339>

Halyna Shlapak

Odesa National University of Technology, Odessa, Ukraine

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3382-3743>

Bohdan Halukh

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7824-4983>

Natalia Kirovich

Odesa State Agrarian University, Ukraine, Odessa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9177-8832>

This study's object is the process of storing small-piece natural meat semi-finished products in packaging with an oxygen sorbent. The task addressed relates to determining the safe shelf life of the product without deterioration in quality indicators.

The application of packaging with an oxygen sorbent could significantly prolong the shelf life of semi-finished products before their

use. The dynamics of changes in the physicochemical, functional, and organoleptic indicators of the product during storage have been studied. The samples were packaged in barrier polymer packaging in two variants: control (without absorber) and experimental (with oxygen absorber). Storage was carried out at a temperature of minus 1...1°C for 14 days. The change in pH, water-holding capacity, transformation of the content of essential macronutrients and sensory characteristics was studied. It was found that beef retains moisture better than pork due to its lower fat content. In pork, on the contrary, high fat content leads to significant moisture loss, especially under normal storage conditions after 5–7 days.

The use of an oxygen sorbent helps maintain a high moisture-holding capacity of meat for up to 14 days. It was shown that samples with sorbent demonstrated more stable, linear moisture retention, while control samples lost it much faster. Studies have shown a strong feedback between pH level and water-holding capacity, which makes it possible to predict changes in the latter.

During the storage of meat semi-finished products without oxygen sorbent, a more intense decrease in protein was observed, a relative increase in fat due to dehydration with an increased risk of oxidation and accumulation of carbohydrates, while the use of sorbent helped restrain these negative changes. Thus, the use of oxygen absorbers in the composition of active packaging contributes to the preservation of physicochemical and sensory indicators of meat semi-finished products, reduces the intensity of oxidative processes, and extends their shelf life by 5–6 days without the use of preservatives.

The results could be used for designing innovative packaging for chilled meat products.

Keywords: semi-finished meat products, shelf life, oxygen sorbent, active packaging, macronutrient content, sensory properties.

References

- Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beuken, E., Tobback, P. (2008). Active and intelligent food packaging: legal aspects and safety concerns. *Trends in Food Science & Technology*, 19, 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.09.011>
- Wyrwa, J., Barska, A. (2017). Innovations in the food packaging market: active packaging. *European Food Research and Technology*, 243 (10), 1681–1692. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2878-2>
- Baele, M., Vermeulen, A., Leloup, F. B., Adons, D., Peeters, R., Devlieghere, F. et al. (2020). Applicability of oxygen scavengers for shelf life extension during illuminated storage of cured cooked meat products packaged under modified atmosphere in materials with high and low oxygen permeability. *Packaging Technology and Science*, 34 (3), 161–173. <https://doi.org/10.1002/pts.2549>
- Cichello, S. A. (2014). Oxygen absorbers in food preservation: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (4), 1889–1895. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1265-2>
- Gupta, P. (2024). Role of oxygen absorbers in food as packaging material, their characterization and applications. *Journal of Food Science and Technology*, 61 (2), 242–252. <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05681-8>
- Kordjazi, Z., Aji, A. (2022). Oxygen scavenging systems for food packaging applications: A review. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 100 (12), 3444–3449. <https://doi.org/10.1002/cjce.24539>
- Awulachew, M. T. (2022). A Review of Food Packaging Materials and Active Packaging System. *International Journal of Health Policy Planning*, 1 (1), 28–35.
- Kütahneçi, E., Ayhan, Z. (2021). Applications of different oxygen scavenging systems as an active packaging to improve freshness and shelf life of sliced bread. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 16 (3), 247–259. <https://doi.org/10.1007/s00003-021-01331-3>
- Goyal, R., Bhadania, H. P., Singh, S. K., Singha, P.; Mukherjee, A., Kumar, S., Misra, M., Mohanty, A. K. (Eds.) (2024). Off-Flavor Absorbents in Active Food Packaging. *Smart Food Packaging Systems*. Wiley, 195–217. <https://doi.org/10.1002/9781394189595.ch8>
- Surendran Nair, M., Nair, D. V. T., Kollanoor Johny, A., Venkitanarayanan, K. (2020). Use of food preservatives and additives in meat and their detection techniques. *Meat Quality Analysis*. Academic Press, 187–213. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819233-7.00012-4>
- Holman, B. W. B., Kerry, J. P., Hopkins, D. L. (2018). Meat packaging solutions to current industry challenges: A review. *Meat Science*, 144, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.026>
- Domínguez, R., Pateiro, M., Gagaoua, M., Barba, F. J., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019). A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 8 (10), 429. <https://doi.org/10.3390/antiox8100429>
- Aznar, M., Domeno, C., Osorio, J., Nerin, C. (2020). Release of volatile compounds from cooking plastic bags under different heating sources. *Food Packaging and Shelf Life*, 26, 100552. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100552>
- Wongphan, P., Promhuad, K., Srisa, A., Laorenza, Y., Oushapjalaunchai, C., Harnkarnsujarit, N. (2024). Unveiling the Future of Meat Packaging: Functional Biodegradable Packaging Preserving Meat Quality and Safety. *Polymers*, 16 (9), 1232. <https://doi.org/10.3390/polym16091232>
- Dey, A., Neogi, S. (2019). Oxygen scavengers for food packaging applications: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 90, 26–34. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.013>
- Lee, K. T. (2010). Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Science*, 86 (1), 138–150. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.035>
- Bal-Prylypko, L., Danylenko, S., Mykhailova, O., Nedorizanyuk, L., Bovkun, A., Slobodyanyuk, N. et al. (2024). Influence of starter cultures on microbiological and physical-chemical parameters of dry-cured products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 18, 313–330. <https://doi.org/10.5219/1960>
- Ortiz, A., Tejerina, D., Díaz-Caro, C., Elghannam, A., García-Torres, S., Mesias, F. J. et al. (2020). Is packaging affecting consumers' preferences for meat products? A study of modified atmosphere packaging and vacuum packaging in Iberian dry-cured ham. *Journal of Sensory Studies*, 35 (4). <https://doi.org/10.1111/joss.12575>
- Cenci-Goga, B., Iulietto, M., Sechi, P., Borgogni, E., Karama, M., Grispoldi, L. (2020). New Trends in Meat Packaging. *Microbiology Research*, 11 (2), 56–67. <https://doi.org/10.3390/microbiolres11020010>
- Bandura, V., Fialkovska, L., Osadchuk, P., Levtrynskaia, Y., Palvashova, A. (2022). Investigation of properties of sunflower and rapeseed oils obtained by the Soxhlet and microwave extraction methods. *Agraarteas*, 33 (1), 48–58. <https://doi.org/10.15159/jas.22.17>
- Khalaf, J. H., Al-Asadi, M. H., Al-Hilphy, A. R. (2019). Influence of Modified Atmosphere Packaging and Frozen-Storage Period in the Colour Characteristics of Poultry Meat. *Basrah Journal of Agricultural Sciences*, 32 (2), 60–73. <https://doi.org/10.37077/25200860.2019.197>
- Sanjeev, K., Ramesh, M. N. (2006). Low Oxygen and Inert Gas Processing of Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46 (5), 423–451. <https://doi.org/10.1080/10408390500215670>

23. Forouzes, A., Forouzes, F., Foroushani, S. S., Forouzes, A. (2023). A New Method for Calculating Fat Content and Determining Appropriate Fat Levels in Foods. *Iranian Journal of Public Health.*, 52 (5), 1038–1047 <https://doi.org/10.18502/ijph.v52i5.12722>
24. Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M., Pintado, T., Delgado-Pando, G. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Meat Products Development. *Foods*, 10 (2), 429. <https://doi.org/10.3390/foods10020429>
25. Cadavez, V. A. P., Xavier, C., Gonzales-Barron, U. (2019). Classification of beef carcasses from Portugal using animal characteristics and pH/temperature decline descriptors. *Meat Science*, 153, 94–102. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.03.011>
26. Kalinina, E., Baitsar, R. (2017). Analysis of the impact of packaging on food quality. *ScienceRise*, 2 (31), 28–36. <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2017.92373>
27. Bal-Prylypko, L., Nikolaenko, M., Mushtruk, M., Nazarenko, M., Beiko, L. (2024). Physical and mathematical modelling of the process of cooking minced meat with spelt flour and champignon mushrooms. *Animal Science and Food Technology*, 15 (2), 38–55. <https://doi.org/10.31548/animal.2.2024.38>
28. Zduńczyk, W., Modzelewska-Kapituła, M., Tkacz, K. (2024). Influence of Oxygen and Carbon Dioxide Content in Modified Atmosphere Packaging on the Colour and Water-Holding Capacity of Pork Loin. *Applied Sciences*, 14 (8), 3420. <https://doi.org/10.3390/app14083420>
29. Cornet, S. H. V., Snel, S. J. E., Lesschen, J., van der Goot, A. J., van der Sman, R. G. M. (2021). Enhancing the water holding capacity of model meat analogues through marinade composition. *Journal of Food Engineering*, 290, 110283. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110283>
30. Martín-Mateos, M. J., Amaro-Blanco, G., Manzano, R., Andrés, A. I., Ramírez, R. (2023). Efficacy of modified active packaging with oxygen scavengers for the preservation of sliced Iberian dry-cured shoulder. *Food Science and Technology International*, 29 (4), 318–330. <https://doi.org/10.1177/10820132221082866>
31. Yang, J., Chen, X., Duan, X., Li, K., Cheng, H., Sun, G. et al. (2024). Investigation of oxygen packaging to maintain beef color stability and microbiology safety after periods of long-term superchilled storage. *Meat Science*, 215, 109548. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109548>
32. Ząbek, K., Miciński, J., Milewski, S., Sobczak, A. (2021). Effect of modified atmosphere packaging and vacuum packaging on quality characteristics of lamb meat. *Archives Animal Breeding*, 64 (2), 437–445. <https://doi.org/10.5194/aab-64-437-2021>
33. Horbańczuk, O. K., Jóźwik, A., Wyrwisz, J., Marchewka, J., Wierzbicka, A. (2021). Physical Characteristics and Microbial Quality of Ostrich Meat in Relation to the Type of Packaging and Refrigerator Storage Time. *Molecules*, 26 (11), 3445. <https://doi.org/10.3390/molecules26113445>

Анотації
TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335177

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТА ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ МІКРОХВИЛЬОВОГО ДЕГІДРАТОРА ДЛЯ ОТРИМАННЯ ФІТО КОНЦЕНТРАТІВ (с. 6–14)

О. Г. Бурдо, І. В. Безбах, М. І. Кепін, А. К. Бурдо, І. М. Євтушенко, Н. В. Бахмутян, Л. Ю. Філіпова, Д. О. Харенко

Об'єктом дослідження є процес отримання фіто концентратів з використанням мікрохвильового дегідратору безперервної дії. Вирішувались проблеми, пов'язані з концентруванням харчових розчинів в існуючих випарних апаратах: пригорання продукту до теплообмінних поверхонь, зміна якості продукту, необхідність додаткових систем для перемішування, високі енерговитрати, неможливість досягнення високих концентрацій.

Конструкція мікрохвильового дегідратору працює у періодичному та безперервному режимі. Визначено продуктивність дегідратору в залежності від: потужності мікрохвильового поля, типу розчину та продукту. В якості розчинів досліджено вино, соки із яблука та винограду; екстракти кави, ехінацеї, екстракти із розчинником ацетоном. Для водовмісних продуктів значення продуктивності змінюється в діапазоні 0,28...0,32 кг/год.

Визначено режими роботи дегідратору, що забезпечують збереження термочутливих компонентів сировини. Найбільший вміст аскорбінової кислоти має концентрат з ягід актиніди (375 мг), біофлаваноїдів (18,5 мг). Концентрат з соку виноградного перевищує контрольний зразок (сік прямого віджиму) у 6,5 разів.

Високі якісні показники продукту та низьке енергоспоживання дегідратору пояснюється вибірковістю мікрохвильового нагрівання, що спрямовано впливає на полярні молекули води та розчинника, не перегріваючи сировину. Робота дегідратору проводилась у режимі безперервної дії, що дозволяє підвищити продуктивність, якість обробки, знизити металоємність та спростити конструкцію. Енергоефективність дегідратору також визначається тим, що за рахунок його застосування можливо виключити з технологічного ланцюгу традиційну сушарку.

Особливістю конструкції дегідратору є відсутність потреби в постійній роботі вакуумного насоса, що знижує енергоспоживання.

Сфера застосування – харчова та переробна промисловість, виробництво фітоконцентратів, функціональних напоїв, добавок. Умови використання – малі підприємства та фермерські господарства, що працюють з термочутливою сировиною.

Ключові слова: мікрохвильове поле, дегідратор, фіто концентрат, продуктивність, розчинник, аскорбінова кислота.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335468

РОЗРОБКА КОМБІНОВАНОГО АПАРАТА ДЛЯ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОЇ ОБРОБКИ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ПОЛІКОМПОНЕНТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ (с. 15–24)

А. М. Загорулько, І. В. Вороненко, М. С. Ніколаєнко, С. І. Міненко, Н. О. Пономаренко, Р. В. Захарченко, Е. Б. Ібаєв, Н. В. Титатеренко

Об'єктом дослідження є процес низькотемпературної обробки кондитерських виробів, зокрема зефіру, виготовленого на основі рослинних полікомпонентних напівфабрикатів, з урахуванням параметрів інфрачервоного нагрівання та попередньої підготовки повітря. Проблема полягає у відсутності ефективних технологій низькотемпературної обробки кондитерських виробів із рослинними полікомпонентними напівфабрикатами для збереження їх якості та функціональності.

Представлено модельний зразок комбінованого апарата для низькотемпературної обробки кондитерських виробів, зокрема зефіру, виготовленого на основі рослинних полікомпонентних напівфабрикатів. Апарат має прямокутну камеру з округлими гранями для рівномірного теплового потоку, плівкоподібний резистивний електронагрівач випромінювального типу (30...120°C), змінні функціональні піддони та систему автономного вентилявання на основі елементів Пельтьє. Рециркуляцію повітря з попереднім осушенням і підігрівом до 45°C.

Підтверджено рівномірність розподілу теплового потоку на приймальній поверхні: центральна температура 46,0°C, контурна – у межах 42,0...43,1°C. Такий тепловий режим сприяє стабілізації структури кондитерських виробів під час низькотемпературної обробки. Дослідний процес підсушування зефіру демонструє ефективну дегідратацію: класичний зефір втрачає до 20% вологи за 50 хв, зефір із рослинними полікомпонентними напівфабрикатами – до 22% за 70 хв, а зефір із рослинними полікомпонентними напівфабрикатами та амарантом – до 24% за 80 хв. Отримані дані вказують на необхідність подовження часу підсушування зразків із рослинними інгредієнтами через їхню підвищену гідрофільність.

Сенсорна оцінка підтвердила високу якість готової кондитерської продукції. Найвищі показники отримав зефір з РПН та амарантом (аромат – 5,0; смак – 4,9; структура – 4,8). Розроблена конструкція стала основою для створення апарата з якісною низькотемпературною обробкою кондитерських виробів. Апарат підходить для виробництва пасти, сніків, хлібобулочних виробів і сушіння рослинної сировини у фармацевтиці та косметичці.

Ключові слова: рослинні полікомпонентні напівфабрикати, комбінований ІЧ-апарат, низькотемпературна обробка, елементи Пельтьє, функціональні кондитерські вироби.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335509

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОМАСООБМІНУ СКРЕБКОВОГО ТЕПЛООБМІННИКА ДЛЯ НАГРІВАННЯ ХАРЧОВИХ НАПІВФАБРИКАТІВ (с. 25–32)

О. Є. Загорулько, К. Р. Касабова, А. О. Шевченко, Д. В. Дмитревський, Ю. В. Левченко, О. В. Калашник, В. С. Кошулько, О. Є. Громов

Об'єктом дослідження є процес нагрівання плодово-ягідних пюре виготовленого з яблука, абрикос та жимолості.

У роботі представлено вдосконалену конструкцію скребкового теплообмінника для нагрівання в'язких рідких харчових продуктів на основі плодово-ягідної сировини (пюре, пасти). Одним з основних елементів модернізації є нагрівання гнучким плівковим резистивним електронагрівачем випромінювального типу замість традиційної парової системи, що дало змогу усунути парову арматуру та знизити енерговитрати. Додаткове оснащення теплообмінника шарнірною лопаттю з виносною пластиною забезпечує турбулізацію потоку продукту в зоні теплообміну, сприяючи формуванню стабільної плівкової течії на поверхні нагріву, що істотно підвищує ефективність теплопередачі.

Проведені експериментально-розрахункові дослідження виявили залежність коефіцієнта тепловіддачі від витрати сировини та частоти обертання вала апарата. Встановлено, що коефіцієнт тепловіддачі залежить від витрати продукту та після досягнення максимуму $(13...15) \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$ він зменшується. Вплив частоти обертання ротора менш значущий і проявляється переважно під час переходу від $1,0$ до $1,5 \text{ с}^{-1}$. Порівняльний аналіз засвідчив, що використання вдосконаленої лопаті з виносною пластиною дозволяє підвищити коефіцієнт тепловіддачі у 1,2 рази в порівнянні з традиційною конструкцією. Розрахунки питомих витрат теплоти показали їх зменшення з 250 до 222 кДж/кг, що становить економію 12,5%.

Запропоновані конструктивні рішення дозволяють забезпечити стабільність температурних режимів, зменшити енерговитрати, покращити якість теплової обробки та автоматизацію процесів. Це особливо важливо для обробки термочутливих та густих продуктів у харчовому виробництві.

Ключові слова: скребковий теплообмінник, плівкова течія, тепловіддача, шарнірна лопать, енергоефективність, плодово-ягідне пюре.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.336896

РОЗРОБКА ГІДРОГЕЛІВ КРОХМАЛЮ ТА АЛЬГІНАТУ САГО ДЛЯ 3D-ДРУКУ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ МЕТОДОМ ЕКСТРУЗІЇ (с. 33–40)

Doohan Taqdisillah, Muhammad Irsyad, Yudan Whulanza

Інтеграція харчового крохмалю в технології 3D-друку має значний потенціал для створення індивідуальних, стійких та збагачених поживними речовинами харчових продуктів. У цьому рукописі досліджується розробка нових харчових чорнил на основі сагового крохмалю та альгінату, зокрема, їхня реологічна поведінка, придатність для друку та потенціал застосування для 3D-друку харчових продуктів методом екструзії. Індонезія, де знаходиться понад половина світових сагових лісів (1,28 мільйона гектарів), недостатньо використовує цю місцеву рослину. Однак залишаються проблеми із забезпеченням структурної стабільності, відтворюваності та функціональних характеристик. Основною проблемою, що розглядається, є визначення відповідних гідрогелевих рецептур, які забезпечують як надійну придатність для друку, так і структурну цілісність після друку. Це дослідження встановлює, що успішний 3D-друк альгінат-сагових гідрогелів вимагає критичного порогу концентрації 20% альгінату/саго. Примітною особливістю є значна розбіжність між теоретичними реологічними прогнозами та експериментальними результатами для композитів середнього класу (наприклад, Alg6/Sago6 та Alg8/Sago8), що підкреслює обмеження сучасних реологічних моделей. Саговий крохмаль, завдяки високому вмісту амілози та сприятливій здатності до розрідження при зсуві, забезпечує чудову друкованість та продуктивність при зберіганні. Хоча включення саго значно покращує здатність до розрідження при зсуві та дозволяє ефективно модулювати в'язкість, модуль зберігання виявився більш прогностичним для друкованості, ніж параметри в'язкості. Ці результати дають практичне уявлення про оптимізацію крохмалю для підтримки структурної точності. Кругла та кубічна форма друку висотою 10 см була досягнута за допомогою лінійного нанесення близько 0,5 мм з 90% точністю шаблону проектування.

Ключові слова: 3D-друк харчових продуктів, розрідження при зсуві, модуль зберігання, природний крохмаль-альгінат, саговий крохмаль.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335523

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА М'ЯКОГО СИРУ З ВЕРБЛЮЖОГО МОЛОКА (с. 41–48)

Eleonora Gabrilyants, Aidana Utebaeva, Ravshanbek Alibekov

Об'єктом цього дослідження є виробництво м'якого сиру з верблужого молока (*Camelus dromedarius*) зі спеціальним акцентом на формування згустку та структурно-якісні характеристики готового продукту. У дослідженні розглянуто ключову проблему: слабе гелеутворення та нестабільна структура згустку верблужого молока, що пов'язані з його атиповим білковим складом і ускладнюють його використання у сироварінні. Основним завданням було визначення оптимальних значень дози коагулянту та температури коагуляції для підвищення як виходу, так і якості сиру.

Експериментальні дослідження оцінювали вплив ChuMax® М 1000 у дозах 0.05–0.20 мл/л та температури коагуляції в межах 34–40°C на основні технологічні показники: вихід, сировиділення, утримання вологи та текстурні властивості. Обидва фактори суттєво впливали на формування згустку та якість кінцевого продукту. Найкращі результати отримано при дозі коагулянту 0.10–0.15 мл/л і температурі коагуляції 36–38°C. За цих умов вихід сиру досягав 184.5 г/л, вміст вологи збільшувався до 60.5%, зменшувалося сировиділення та покращувалися текстурні характеристики. Такі результати пояснюються підвищеною протеолітичною активністю та формуванням стабільнішої гелевої матриці за оптимальних умов.

Відмінною рисою отриманих результатів є встановлення оптимального співвідношення дози коагулянту і температури, що забезпечило стабільну структуру згустку та вищий вихід сиру. Розроблено технологічну схему виробництва м'якого сиру з верблюжого молока, придатну до впровадження в промислових масштабах. Запропонований процес може бути використаний молокопереробними підприємствами для розширення асортименту функціональних та регіонально адаптованих м'яких сирів на основі верблюжого молока.

Ключові слова: верблюже молоко, м'який сир, температура коагуляції, доза коагулянту, вихід сиру.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.333997

ВИЯВЛЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ МОЛОЧНИХ ЗГУСТКІВ МЕЗОФІЛЬНИМИ МОЛОЧНОКИСЛИМИ СТРЕПТОКОКАМИ ВІД ГЕНОТИПУ КОРІВ ЗА ГЕНОМ КАППА-КАЗЕЇНУ (с. 49–56)

В. І. Ладика, Ю. І. Склярєнко, Н. В. Болгова, В. В. Вечорка, С. В. Терещенко, В. В. Писарєв

Об'єктом досліджень були особливості технологічного процесу сквашування молочних згустків з молочної сировини від корів з різним генотипом за геном каппа-казеїну. Не вирішеною залишається проблема необхідності корегування технологічного процесу при виробництві кисломолочних продуктів з молочної сировини отриманої від корів з різним генотипом за цим геном. Це пов'язано з зацікавленістю власників тварин створювати стада корів з генотипом ВВ з метою підвищення сиропридатності молока.

Проведено дослідження зміни фізико-хімічних, мікробіологічних та органолептичних показників в процесі цілеспрямованого використання мезофільних молочнокислих бактерій біотехнологічного оброблення та протягом зберігання.

На підставі результатів дослідження ферментованих згустків, їх фізико-хімічних та мікробіологічних показників встановлена відсутність залежності процесу ферментації молочних згустків мезофільними молочнокислими стрептококами від генотипу корів за геном каппа-казеїну.

У результаті дослідження було підтверджено гіпотезу, що генетичні варіанти гена каппа-казеїну (CSN3) у корів (AA, AB, BB) впливають на фізико-хімічні характеристики молока, динаміку ферментації та властивості молочних згустків, що формуються під дією мезофільних молочнокислих стрептококів, а отже і на якість кінцевих кисломолочних продуктів. Використання молока від генотипу корів за геном каппа-казеїну можливе за класичною технологією і не потребує коригування технологічних умов.

Отримані результати роботи можна використовувати в молокопереробній промисловості при розробці технологій кисломолочних продуктів з молока-сировини від корів з різними генотипами за геном каппа-казеїну.

Ключові слова: каппа-казеїн, молочний згусток, молочнокислі бактерії, консистенція, в'язкість, біотехнологічна обробка, лактококи, технологічні властивості, зберігання кисломолочних продуктів.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335174

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ЕКСТРАКТУ КУКУРУДЗЯНИХ РИЛЕЦЬ НА ВЛАСТИВОСТІ НАЦІОНАЛЬНОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТУ – АЙРАНУ (с. 57–69)

Aigerim Aitbayeva, Makhabat Kassymova, Maigul Kizatova, Ravshanbek Alibekov, Aidana Utebaeva

Об'єктом дослідження був потенціал кукурудзяних рилець (КР) у свіжому та висушеному вигляді як функціональних інгредієнтів для збагачення національного кисломолочного продукту – айрану.

Існує очевидна потреба у проведенні комплексних досліджень ферментованих продуктів, заснованих на рослинно-молочній синергії. Дослідження спрямоване на вирішення проблеми підвищення харчової цінності айрану шляхом збагачення його екстрактами з місцевої сировини. Було проведено серію комплексних досліджень, спрямованих на розкриття потенціалу ферментованих продуктів айрану за рахунок екстрактів КР, що використовують синергетичний ефект рослинних і молочних матриць. Розроблено технологію айрану, збагаченого біологічно активними сполуками екстракту КР.

Встановлено, що під впливом екстракту КР вміст поліфенолів і флавоноїдів зростає на 22,2%, що супроводжується антиоксидантною активністю кукурудзяних рилець у продуктах. В експериментальному зразку спостерігалось значне підвищення (на 10,49%) вмісту білка, що перевищує контрольний показник. Така активація дозволила зробити висновок, що кукурудзяні рилеця суттєво покращують амінокислотний профіль продукту. Концентрація деяких амінокислот значно зросла. Найбільш виражене підвищення зафіксоване для проліну (на 18,28%), метіоніну (на 15,67%), валіну (на 13,36%), аргініну (на 13%) та тирозину (на 12,7%). Також відмічено підвищення рівня фенілаланіну (на 10%), гістидину (на 6,47%), аланіну (на 6,7%), серину (на 4,9%), гліцину (на 3,8%), лізину (на 2,1%) та ізолейцину з лейцином (на 0,98%).

Айран з водним екстрактом кукурудзяних рилець продемонстрував покращений мінеральний профіль. Вміст важливих мінералів, таких як натрій (4,77%), магній (1,21%), фосфор (10,90%), калій (18,08%), кальцій (10,68%), хлор (11,25%) та сірка (0,71%), суттєво

збільшився. Ці зміни свідчать про те, що розроблений продукт можна вважати вдосконалим, функціональним продуктом харчування, перспективним для комерціалізації.

Ключові слова: кукурудзяні рильця, ультразвукова екстракція, водний екстракт, амінокислотний профіль, антиоксидантна активність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.337833

РОЗРОБКА РИБОРОСЛИННИХ СНЕКІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З УДОСКОНАЛЕНИМ ЛІПІДНИМ СКЛАДОМ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ (с. 70–81)

А. С. Паламарчук, С. Д. Патюков, О. В. Синиця, В. Г. Ненов

У статті представлено результати дослідження, об'єктом якого є технологія виробництва риборослинних снєків функціонального призначення. Дослідження спрямоване на розв'язання проблеми удосконалення рецептури продукту з метою покращення його органолептичних, фізико-хімічних та реологічних властивостей, а також підвищення біологічної цінності. В якості сировини використано фарш з піленгасу, до якого додавали 20% порошку топінамбуру, 0,5% 20%-вого розчину альгінату натрію та профілактичну сіль зі зниженим вмістом натрію. Оцінено вплив цих добавок на вологоутримувальну здатність, фізико-хімічні, структурно-механічні, мікробіологічні та органолептичні показники. Встановлено, що додавання топінамбуру сприяє підвищенню вологоутримуючої здатності (ВУЗ) на 11,7%, а внесення 0,5% 20%-вого розчину альгінату натрію – зниженню граничної напруги зсуву до 8,1 кПа та підвищенню липкості до 3,2 кПа. Показано, що в процесі виробництва та зберігання снєків відбувається процес модифікації жирів сировини. Досліджено динаміку накопичення кон'югованих дієнів і триєнів – продуктів кон'югації ПНЖК, що зумовлює формування додаткових функціональних властивостей. Показник пероксидного числа не перевищував 0,043% $I_2/100$ г жиру, що вказує на високу окислювальну стабільність. Встановлено, що термін придатності сушених риборослинних снєків становить до 25 діб за температури зберігання $2 \pm 6^\circ\text{C}$. Розроблена рецептура має перспективу практичного застосування у сфері функціонального харчування, зокрема при виробництві продуктів, орієнтованих на здоровий спосіб життя, та може бути впроваджена у масове виробництво для задоволення добових фізіологічних потреб людини в основних нутрієнтах.

Ключові слова: риборослинні снєки, фарш з піленгасу, порошок топінамбуру, альгінат натрію, реологічні властивості, окислювальна стабільність жирів, кон'юговані дієни і триєни, пероксидне число, функціональне харчування.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.330486

ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ПОКРАЩЕННЯ ЯКОСТІ ВАРЕНИХ КОВБАС ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ЇХ РЕЦЕПТУР (с. 82–89)

Gulbagi Orymbetova, Makhabat Kassymova, Emit Orymbetov, Zhansaya Abish

Об'єктом дослідження є рецептура ковбасних виробів з додаванням горохового борошна. Розв'язувана проблема полягає у створенні м'ясних виробів з оптимальним складом та якістю з покращеними органолептичними харчовими характеристиками при збереженні безпеки та технологічної ефективності продукту.

Під час дослідження було побудовано математичну модель для оптимізації рецептури методом лінійного програмування та проведено кваліметричну оцінку якості кінцевого продукту. Оптиміальний склад ковбасних виробів складається з наступного: яловичина – 820 г/кг; бараний жир – 80 г/кг; горохове борошно – 53,35 г/кг; кухонна сіль – 1,5 г/кг; нітрит натрію – 0,002 г/кг; мелений чорний перець – 0,1 г/кг; крохмаль – 45 г/кг; цукор – 0,15 г/кг. Результати дослідження показали, що комплексний показник якості становить 0,88. Це відповідає найкращому показнику якості готової продукції. Значення групових показників якості варених ковбас такі: органолептичні показники – 0,14; фізико-хімічні показники – 0,14, показники безпеки – 0,36, харчова цінність – 0,15, енергетична цінність – 0,09.

Використовуючи ці підходи до вибору інгредієнтів та їх кількісних співвідношень, вдалося досягти балансу в амінокислотному та жировому складі, знизити собівартість та покращити органолептичні характеристики продукту. Ці результати пояснюються використанням комплексу методів математичного моделювання та органолептичної корекції рецептури на основі дегустаційної оцінки. Використання горохового борошна знижує витрати сировини, доцільно використовувати його як альтернативу м'ясу. Отримані дані можуть бути використані на практиці при розробці функціональних м'ясних продуктів, особливо в контексті необхідності підвищення харчової цінності, безпеки та конкурентоспроможності продукції.

Ключові слова: ковбасні вироби, математичне моделювання, симплекс-методи, кваліметрична оцінка, оптимізація рецептури.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.335516

ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ УПАКОВКИ З ПОГЛИНАЧЕМ КИСНЮ ПРИ ЗБЕРІГАННІ М'ЯСНИХ ДРІБНОШМАТКОВИХ НАТУРАЛЬНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ (с. 90–102)

Л. В. Баль-Приліпко, М. Є. Сердюк, В. М. Бандура, У. Р. Драчук, М. В. Андрущенко, Г. В. Шлапак, Б. І. Галух, Н. О. Кірович

Об'єктом дослідження є процес зберігання м'ясних дрібношматкових натуральних напівфабрикатів у упаковці з кисневим сорбентом. Вирішувалася проблема, пов'язана з визначенням безпечного терміну зберігання продукту без погіршення показників якості.

Застосування упаковки із кисневим сорбентом може суттєво збільшити термін придатності напівфабрикатів до їх використання. Досліджено динаміку змін фізико-хімічних, функціональних та органолептичних показників продукту впродовж зберігання. Зразки упаковано в бар'єрну полімерну упаковку: I-контроль (без поглинача) та II-дослід (з кисневим поглиначем). Зберігання здійснювали за температури мінус 1...1°C впродовж 14 діб. Встановлено, що яловичина краще утримує вологу, ніж свинина, через менший вміст жиру. У свинині, навпаки, високий вміст жиру призводить до значної втрати вологи, особливо у звичайних умовах зберігання після 5–7 днів. Використання кисневого сорбенту допомагає підтримувати високу вологоутримувальну здатність м'яса до 14 днів. Дослідження показали сильний зворотний зв'язок між рівнем рН та вологоутримувальною здатністю. У процесі зберігання м'ясних напівфабрикатів без кисневого сорбенту спостерігалось інтенсивніше зниження білка, відносно зростання жиру внаслідок дегідратації з підвищеним ризиком окиснення та накопичення вуглеводів, тоді як застосування сорбенту сприяло стримуванню цих негативних змін. Застосування кисневих поглиначів у складі активної упаковки сприяє збереженню фізико-хімічних та органолептичних показників м'ясних напівфабрикатів, знижує інтенсивність окисних процесів і подовжує термін їх зберігання на 5–6 діб без застосування консервантів. Отримані результати можуть бути використані при розробці інноваційних упаковок для охолоджених м'ясних виробів.

Ключові слова: м'ясні напівфабрикати, термін зберігання, кисневий сорбент, активна упаковка, вміст макронутрієнтів, сенсорні властивості.