

ABSTRACT AND REFERENCES

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.341942

EVALUATION OF SAUSAGE PRODUCTS WITH COLLAGEN HYDROLYSATE AND CRANBERRY FOR ELDERLY (p. 6–14)**Yasin Uzakov**

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2878-7170>**Kadyrzhan Makangali**S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, Astana,
Republic of KazakhstanORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4128-6482>**Madina Kaldarbekova**

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0103-307X>**Aziza Aitbayeva**

Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5264-3163>

The object of this study was cooked sausages developed specifically for elderly nutrition, addressing the problem of achieving high protein density together with improved technological and oxidative stability. The study evaluated the combined effects of collagen hydrolysate 10 and cranberry powder 2% on composition, functionality, color, oxidative stability, and in-vitro digestibility. Enrichment significantly increased protein content 13.68 vs. 10.91%, moisture 77.2 vs. 72.7%, and reduced fat 6.7 vs. 9.1%. Alkali-soluble proteins rose 10.07 vs. 8.49%, texture strengthened 88.2 vs. 60.4 kPa, and water-holding capacity improved by 19%. The fatty acid profile shifted toward slightly higher SFA C16:0, C18:0 and lower MUFA C18:1, with a minor rise in ALA n-3, while trans isomers remained < 0.1%. After 10 days of storage, peroxide values were lower 8.1 vs. 9.8 meq/kg, indicating delayed lipid oxidation. Color stability reached 94%, with improved redness retention in enriched samples. In-vitro digestibility increased, with peptide release + 21.2% (pepsin) and + 10.3% (trypsin). These effects can be explained by the synergistic role of collagen peptides in enhancing protein functionality and the antioxidant properties of cranberry polyphenols in suppressing lipid peroxidation. The distinctive feature of this approach is the dual action of natural additives, providing a cleaner-label product with improved nutritional density and stability. Practical relevance lies in applying collagen hydrolysate and cranberry in functional meat technologies aimed at elderly-oriented diets, offering a feasible strategy for the meat industry to support healthy ageing and reduce risks related to poor protein intake and oxidative stress.

Keywords: collagen hydrolysate, cranberry, functional sausage, elderly, oxidative stability, protein digestibility.

References

- Prates, J. A. M. (2025). The Role of Meat Lipids in Nutrition and Health: Balancing Benefits and Risks. *Nutrients*, 17 (2), 350. <https://doi.org/10.3390/nu17020350>
- Geiker, N. R. W., Bertram, H. C., Mejbörn, H., Dragsted, L. O., Kristensen, L., Carrascal, J. R., Bügel, S., Astrup, A. (2021). Meat and Human Health – Current Knowledge and Research Gaps. *Foods*, 10 (7), 1556. <https://doi.org/10.3390/foods10071556>
- Hill, E. R., Wang, Y., Davis, E. M., Campbell, W. W. (2024). Healthy Dietary Patterns with and without Meat Improved Cardiometabolic Disease Risk Factors in Adults: A Randomized Crossover Controlled Feeding Trial. *Nutrients*, 16 (15), 2542. <https://doi.org/10.3390/nu16152542>
- Pu, S.-Y., Huang, Y.-L., Pu, C.-M., Kang, Y.-N., Hoang, K. D., Chen, K. H., Chen, C. (2023). Effects of Oral Collagen for Skin Anti-Aging: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, 15 (9), 2080. <https://doi.org/10.3390/nu15092080>
- Demir-Dora, D., Özsoy, U., Yildirim, Y., Yilmaz, O., Aytac, P., Yilmaz, B. et al. (2024). The Efficacy and Safety of CollaSel Pro® Hydrolyzed Collagen Peptide Supplementation without Addons in Improving Skin Health in Adult Females: A Double Blind, Randomized, Placebo-Controlled Clinical Study Using Biophysical and Skin Imaging Techniques. *Journal of Clinical Medicine*, 13 (18), 5370. <https://doi.org/10.3390/jcm13185370>
- Nemzer, B. V., Al-Taher, F., Yashin, A., Revelsky, I., Yashin, Y. (2022). Cranberry: Chemical Composition, Antioxidant Activity and Impact on Human Health: Overview. *Molecules*, 27 (5), 1503. <https://doi.org/10.3390/molecules27051503>
- Balawejder, M., Piechowiak, T., Kapusta, I., Chęciek, A., Matłok, N. (2023). In Vitro Analysis of Selected Antioxidant and Biological Properties of the Extract from Large-Fruited Cranberry Fruits. *Molecules*, 28 (23), 7895. <https://doi.org/10.3390/molecules28237895>
- Manessis, G., Kalogianni, A. I., Lazou, T., Moschovas, M., Bossis, I., Gelasakis, A. I. (2020). Plant-Derived Natural Antioxidants in Meat and Meat Products. *Antioxidants*, 9 (12), 1215. <https://doi.org/10.3390/antiox9121215>
- Orădan, A. C., Tocai (Moțoc), A. C., Rosan, C. A., Vicas, S. I. (2024). Fruit Extracts Incorporated into Meat Products as Natural Antioxidants, Preservatives, and Colorants. *Processes*, 12 (12), 2756. <https://doi.org/10.3390/pr12122756>
- Volkert, D., Beck, A. M., Cederholm, T., Cruz-Jentoft, A., Hooper, L., Kiesswetter, E., Maggio, M. et al. (2022). ESPEN practical guideline: Clinical nutrition and hydration in geriatrics. *Clinical Nutrition*, 41 (4), 958–989. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.01.024>
- Smith, G. I., Julliard, S., Reeds, D. N., Sinacore, D. R., Klein, S., Mittemdorfer, B. (2015). Fish oil-derived n-3 PUFA therapy increases muscle mass and function in healthy older adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 102 (1), 115–122. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.105833>
- Choi, F. D., Sung, C. T., Juhasz, M. L., Mesinkovsk, N. A. (2019). Oral Collagen Supplementation: A Systematic Review of Dermatological Applications. *Journal of Drugs in Dermatology*, 18 (1), 9–16.
- Asserin, J., Lati, E., Shioya, T., Prawitt, J. (2015). The effect of oral collagen peptide supplementation on skin moisture and the dermal collagen network: evidence from an ex vivo model and randomized, placebo-controlled clinical trials. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 14 (4), 291–301. <https://doi.org/10.1111/jocd.12174>
- Neto, C. C. (2007). Cranberry and blueberry: Evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51 (6), 652–664. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600279>
- Blumberg, J. B., Camesano, T. A., Cassidy, A., Kris-Etherton, P., Howell, A., Manach, C. et al. (2013). Cranberries and Their Bioactive

- Constituents in Human Health. *Advances in Nutrition*, 4 (6), 618–632. <https://doi.org/10.3945/an.113.004473>
16. Shah, M. A., Bosco, S. J. D., Mir, S. A. (2014). Plant extracts as natural antioxidants in meat and meat products. *Meat Science*, 98 (1), 21–33. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.03.020>
 17. Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J., Vabkova, J. (2012). Edible Flowers – A New Promising Source of Mineral Elements in Human Nutrition. *Molecules*, 17 (6), 6672–6683. <https://doi.org/10.3390/molecules17066672>
 18. Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74 (1), 188–196. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.014>
 19. Lee, C. H., Chin, K. B. (2016). Effects of pork gelatin levels on the physicochemical and textural properties of model sausages at different fat levels. *LWT*, 74, 325–330. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.032>
 20. Jridi, M., Abdelhedi, O., Souissi, N., Kammoun, M., Nasri, M., Ayadi, M. A. (2015). Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. *Food Bioscience*, 12, 67–72. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.07.007>
 21. Zhang, K., Huang, J., Wang, D., Wan, X., Wang, Y. (2024). Covalent polyphenols-proteins interactions in food processing: formation mechanisms, quantification methods, bioactive effects, and applications. *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1371401>
 22. Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E. et al. (2013). Evidence-Based Recommendations for Optimal Dietary Protein Intake in Older People: A Position Paper From the PROT-AGE Study Group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14 (8), 542–559. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.021>
 23. Falowo, A. B., Fayemi, P. O., Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.022>
 24. Lau, A. T. Y., Arvaj, L., Strange, P., Goodwin, M., Barbut, S., Balamurugan, S. (2021). Effect of cranberry pomace on the physicochemical properties and inactivation of *Salmonella* during the manufacture of dry fermented sausages. *Current Research in Food Science*, 4, 636–645. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.09.001>
 25. Estévez, M. (2021). Critical overview of the use of plant antioxidants in the meat industry: Opportunities, innovative applications and future perspectives. *Meat Science*, 181, 108610. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108610>
 26. Ham, Y.-K., Song, D.-H., Noh, S.-W., Gu, T.-W., Lee, J.-H., Kim, T.-K. et al. (2020). Effects of Gelatin Hydrolysates Addition on Technological Properties and Lipid Oxidation of Cooked Sausage. *Food Science of Animal Resources*, 40 (6), 1033–1043. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2020.e74>
 27. Xue, H., Zhao, J., Wang, Y., Shi, Z., Xie, K., Liao, X., Tan, J. (2024). Factors affecting the stability of anthocyanins and strategies for improving their stability: A review. *Food Chemistry: X*, 24, 101883. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101883>
 28. Iwai, K., Hasegawa, T., Taguchi, Y., Morimatsu, F., Sato, K., Nakamura, Y. et al. (2005). Identification of Food-Derived Collagen Peptides in Human Blood after Oral Ingestion of Gelatin Hydrolysates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (16), 6531–6536. <https://doi.org/10.1021/jf050206p>
 29. Roobab, U., Khan, A. W., Lorenzo, J. M., Arshad, R. N., Chen, B. R., Zeng, X.-A. et al. (2021). A systematic review of clean-label alternatives to synthetic additives in raw and processed meat with a special emphasis on high-pressure processing (2018–2021). *Food Research International*, 150, 110792. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110792>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347797

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR COOKING BOILED SAUSAGE WITH THE ADDITION OF SOY ISOLATE AND CHICKPEA FLOUR (p. 15–22)

Elmira Kanseitova

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8275-5786>

Aibala Taspoltayeva

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0286-4721>

Zhazira Zheleuova

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5171-7392>

Marat Abishev

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

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8929-4401>

Birol Kilic

Suleyman Demirel University, Isparta, Turkey

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6575-4418>

The object of the study is the production of cooked sausages from beef and chicken breast with the addition of soy isolate and chickpea flour. The problem to be solved is to development of combined meats. An improved recipe for boiled sausage with the addition of soy isolate and chickpea flour is proposed. Its process is fully described. The technology is distinguished by its simplicity of preparation. According to the developed technology, several samples of boiled sausage were experimentally produced, combined according to the ratio 100:0, 70:30, 80:20, 60:40 based on a balanced ratio of the main food components, providing increased digestibility and digestibility. Production tests of the product development were carried out. The quality assessment of the organoleptic and physico-chemical parameters of the finished product was carried out according to generally accepted methods.

The effect of soy isolate on the quality characteristics of combined cooked sausages containing chickpea flour and 10% beef fat was studied. Recipes containing premium beef and chicken breast in a 60:40 ratio were examined for their physical and organoleptic properties. The inclusion of soy isolate and chickpea flour significantly increased the moisture content, moisture and fat resistance, and finished product yield, and reduced cooking losses compared to the control sample. Furthermore, the sausages were less red with the addition of at least 5% soy isolate and chickpea flour. The results of the organoleptic evaluation showed that some quality characteristics of light sausages, such as juiciness and density, can be improved by the addition of soy isolate. Both sausages with 3% soy isolate and the control light sausages were darker and denser.

Keywords: soy isolate, chickpea flour, boiled sausage, beef meat, chicken breast.

References

1. Turisbekova, G., Aitmukhanbetova, D. (2020). Development of the meat processing industry of the Republic of Kazakhstan. Problems of the agricultural market, 1, 127–134.
2. Kenenbai, Sh. Y., Uzakov, Ya. M., Tortay, A. N., Omirkhan, A. A. (2025). Study of the effect of plant-based components on the quality indicators of meat products. The Journal of Almaty Technological University, 148 (2), 99–107. <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2025-2-99-107>
3. Vasilev, D., Glišić, M., Janković, V., Dimitrijević, M., Karabasil, N., Suvajdžić, B., Teodorović, V. (2017). Perspectives in production of functional meat products. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 85, 012033. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/85/1/012033>
4. Clemente, A. (2000). Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. Trends in Food Science & Technology, 11 (7), 254–262. [https://doi.org/10.1016/s0924-2244\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(01)00007-3)
5. Idowu, A. T., Benjakul, S., Sinthusamran, S., Sookchoo, P., Kishimura, H. (2018). Protein hydrolysate from salmon frames: Production, characteristics and antioxidative activity. Journal of Food Biochemistry, 43 (2), e12734. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12734>
6. Colla, G., Roupheal, Y., Canaguier, R., Svecova, E., Cardarelli, M. (2014). Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis. Frontiers in Plant Science, 5. <https://doi.org/10.3389/fpls.2014.00448>
7. Grasso, S., Brunton, N. P., Lyng, J. G., Lalor, F., Monahan, F. J. (2014). Healthy processed meat products – Regulatory, reformulation and consumer challenges. Trends in Food Science & Technology, 39 (1), 4–17. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.006>
8. Etemadian, Y., Ghaemi, V., Shaviklo, A. R., Pourashouri, P., Sadeghi Mahoonak, A. R., Rafipour, F. (2021). Development of animal/ plant-based protein hydrolysate and its application in food, feed and nutraceutical industries: State of the art. Journal of Cleaner Production, 278, 123219. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123219>
9. Mohammadian, M., Madadlou, A. (2016). Characterization of fibrillated antioxidant whey protein hydrolysate and comparison with fibrillated protein solution. Food Hydrocolloids, 52, 221–230. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.06.022>
10. Kozhakhieva, M., Kaldarbekova, M., Yessengaziyeva, A., Uzakov, Y., Medeubayeva, Z., Kuzembayeva, G., Aitbayeva, A. (2025). Devising a technology and optimizing processing parameters for making functional boiled sausage fortified with protein hydrolysates. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (11 (135)), 52–60. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.330002>
11. Sha, L., Liu, S., Liu, D. (2020). Effects of soybean protein isolate on protein structure, batter rheology, and water migration in emulsified sausage. Journal of Food Processing and Preservation, 44 (9). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14711>
12. Mohamed, H. M., Emara, M. M., Nouman, T. M. (2015). Effect of cooking temperatures on characteristics and microstructure of camel meat emulsion sausages. Journal of the Science of Food and Agriculture, 96 (9), 2990–2997. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7468>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.344043

IDENTIFYING THE FACTORS ON THE INTENSIFICATION AFFECTING OF THE WINE CLARIFICATION PROCESS (p. 23–37)

Hasil Fataliyev

Azerbaijan State Agricultural University (ASAU), Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5310-4263>

Elnur Heydarov

Azerbaijan Technological University (ATU), Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7643-7746>

Natavan Gadimova

Azerbaijan State University of Economics (UNEC), Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1939-1796>

Mehman Ismayilov

Azerbaijan Technological University (ATU), Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8620-3412>

Naila Mammadova

Azerbaijan State Agricultural University (ASAU), Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7330-1355>

Asaf Rushanov

Nakhchivan State University, Nakhchivan, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-8326-0722>

The object of the study is the intensification of the wine clarification process. Although a number of studies have been conducted on the clarification of wines, the effect of enzymes, ultrasound, membrane filter, ultrasound and maceration factor on the clarification intensity has not been sufficiently studied.

It has been found that the β -glucanase enzyme, compared to other enzymes, creates a basis for a greater decrease in the amount of polysaccharides, especially glucomannan, in pink wines and that the sample remains stable for 10 months. For white table wines, treatment with pectofectidin II 10x and I 10x enzymes and subsequent pasting, cold processing and filtration gave better results. It has been established that ultrasonic processing of wine materials increases the aromatic substances in the composition, color, acidity, and improves the stability of wines. The productivity of membrane filters increases, the filtration and clarification processes of wine materials are intensified. Ultrasonic frequency, acoustic oscillations applied to the liquid increase the permeability of the filters and allow them to operate in a self-cleaning mode. Cold maceration of Madrasa and Merlot grape varieties at 7–8°C for 4 days before fermentation allows for the production of juice with high color density, rich in total anthocyanins and phenolic compounds.

The production of stable wines using enzymes and cold maceration, as well as the intensification of clarification using ultrasound and membrane filter ultrasound, solves the problem and makes these studies important for production. The results obtained can be used in factories and wineries.

Keywords: enzyme preparations, clarification, wine material, ultrasound, membrane filtration, cold maceration, monomeric anthocyanins, phenolic compounds.

References

1. Vázquez-Pateiro, I., Mirás-Avalos, J. M., Falqué, E. (2022). Influence of Must Clarification Technique on the Volatile Composition of Albariño and Treixadura Wines. Molecules, 27 (3), 810. <https://doi.org/10.3390/molecules27030810>
2. Mierczynska-Vasilev, A., Smith, P. A. (2015). Current state of knowledge and challenges in wine clarification. Australian Journal of Grape and Wine Research, 21, 615–626. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12198>
3. Oro, C. E. D., Puton, B. M. S., Venquiaruto, L. D., Dallago, R. M., Arend, G. D., Tres, M. V. (2025). The Role of Membranes in Modern Winemaking: From Clarification to Dealcoholization. Membranes, 15 (1), 14. <https://doi.org/10.3390/membranes15010014>

4. Cui, W., Wang, X., Han, S., Guo, W., Meng, N., Li, J. et al. (2024). Research progress of tartaric acid stabilization on wine characteristics. *Food Chemistry: X*, 23, 101728. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101728>
5. Angela, S., Wollan, D., Muhlack, R., Bindon, K., Wilkinson, K. (2024). Compositional Consequences of Ultrafiltration Treatment of White and Red Wines. *Foods*, 13 (12), 1850. <https://doi.org/10.3390/foods13121850>
6. Wang, H., Fan, X., Zhou, Y., Li, D., Ling, M., Wei, X. et al. (2025). Balancing wine stability with color and phenolic quality: insights into the impact of fining agents and tartrate stabilization methods. *Food Chemistry*, 493, 145731. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.145731>
7. Hozoc (Nedelcu), M. M., Constantin, O. E., Lazăr (Condurache), N. N., Bahrim, G., Stănciuc, N., Aprodu, I. et al. (2023). Studies on white must clarification using enzyme preparations. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI - Food Technology*, 47 (1), 180–194. <https://doi.org/10.35219/foodtechnology.2023.1.12>
8. Martínez-Lapuente, L., Guadalupe, Z., Ayestarán, B. (2017). Effect of egg albumin fining, progressive clarification and cross-flow microfiltration on the polysaccharide and proanthocyanidin composition of red varietal wines. *Food Research International*, 96, 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.022>
9. Ma, T.-Z., Gong, P.-F., Lu, R.-R., Zhang, B., Morata, A., Han, S.-Y. (2020). Effect of Different Clarification Treatments on the Volatile Composition and Aromatic Attributes of 'Italian Riesling' Icewine. *Molecules*, 25 (11), 2657. <https://doi.org/10.3390/molecules25112657>
10. Dıblan, S., Özkan, M. (2021). Effects of various clarification treatments on anthocyanins, color, phenolics and antioxidant activity of red grape juice. *Food Chemistry*, 352, 129321. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129321>
11. Nahurska, O. M., Frys, Kh. O., Hnatiuk, R. P. (2024). Study of the wine clarification process. *Chemistry, Technology and Application of Substances*, 7 (2), 133–137. <https://doi.org/10.23939/ctas2024.02.133>
12. Maicas, S. (2021). Advances in Wine Fermentation. *Fermentation*, 7 (3), 187. <https://doi.org/10.3390/fermentation7030187>
13. Lukić, I., Horvat, I., Radeka, S., Delač Salopek, D., Markeš, M., Ivić, M., Butorac, A. (2024). Wine proteome after partial clarification during fermentation reveals differential efficiency of various bentonite types. *Journal of Food Composition and Analysis*, 126, 105889. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2023.105889>
14. Kemp, B., Marangon, M., Curioni, A., Waters, E., Marchal, R. (2022). New directions in stabilization, clarification, and fining. *Managing Wine Quality*, 245–301. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102065-4.00002-x>
15. Baca-Bocanegra, B., Gonçalves, S., Nogales-Bueno, J., Mansinhos, I., Heredia, F. J., Hernández-Hierro, J. M., Romano, A. (2022). Influence of Wine pH and Ethanol Content on the Fining Efficacy of Proteins from Winemaking By-Products. *Foods*, 11 (12), 1688. <https://doi.org/10.3390/foods11121688>
16. Bestulić, E., Rossi, S., Plavša, T., Horvat, I., Lukić, I., Bubola, M. et al. (2022). Comparison of different maceration and non-maceration treatments for enhancement of phenolic composition, colour intensity, and taste attributes of Malvazija istarska (*Vitis vinifera* L.) white wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 109, 104472. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104472>
17. Sindou, E., Vaimakis, V., Vaimakis, T., Roussis, I. G. (2008). Effect of juice clarification by flotation on the quality of white wine and orange juice and drink - Short Communication. *Czech Journal of Food Sciences*, 26 (3), 223–228. <https://doi.org/10.17221/2565-cjfs>
18. Radeka, S., Orbanić, F., Rossi, S., Bestulić, E., Horvat, I., Ilak Peršurić, A. S. et al. (2024). Evaluating the Impact of Pre-Fermentative and Post-Fermentative Vinification Technologies on Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Teran Red Wine By-Products. *Foods*, 13 (21), 3493. <https://doi.org/10.3390/foods13213493>
19. Roldán, A. M., Sánchez-García, F., Pérez-Rodríguez, L., Palacios, V. M. (2021). Influence of Different Vinification Techniques on Volatile Compounds and the Aromatic Profile of Palomino Fino Wines. *Foods*, 10 (2), 453. <https://doi.org/10.3390/foods10020453>
20. Fataliyev, H., Aghazade, Y., Heydarov, E., Gadimova, N., Ismayilov, M., Imanova, K. (2025). Identifying the factors affecting the production of juice and wine from the autochthonous Bayanshira grape variety. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (133)), 38–50. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.323382>
21. Fataliev, H. K., Agayeva, S. G., Mamedova, N. N. (2025). Study of the influence of fining on the physicochemical composition of juices and wines. *International scientific journal "Bulletin of Science"*, 2 (2 (83)).
22. Fataliev, H., Agaeva, S. G., Lezgiev, Yu. N. (2023). Investigation of the Effect of Some Fining Agents on the Amount of Phenolic Compounds in Madrasa Wine. *Processing and Quality Management of Agricultural Products, Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference*, 48–49.
23. Kamaladdin, F. H., Galib, A. S., Elman, H. E., Elxan, A. S., Mammadtagi, A. I., Abbasgulu, H. A., Tofiq, C. K. (2022). The research of effect of diluents to the amount of pesticide residues in wine. *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.39322>
24. Fataliev, H., Agayeva, S., Mamedova, N., Lezgiev, Y. (2025). Study of the influence of clarifying agents on the amount of p-thyrosol. *Scientific Collection «InterConf»*, 238, 193–196. Available at: <https://archive.interconf-center/index.php/conference-proceeding/article/view/6828/6852>
25. Fataliyev, H. K. (2013). *Winemaking practicum*. Baku: Elm, 328.
26. Fataliyev, H. K. (2011). *Technology of wine*. Baku: Elm, 596.
27. Sheskin, D. J. (2020). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures*. Chapman and Hall/CRC, 1928. <https://doi.org/10.1201/9780429186196>
28. Gadimova, N., Fataliyev, H., Heydarov, E., Lezgiyev, Y., Isgandarova, S. (2023). Development of a model and optimization of the interaction of factors in the grain malting process and its application in the production of functional beverages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (125)), 43–56. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.289421>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.345357

DEVISING AN APPROACH TO ASSESSING THE QUALITY OF GLUTEN-FREE BREAD OF NEW RECIPES (p. 38–46)

Nina Osokina

Uman National University, Uman, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2822-2989>

Kateryna Kostetska

Uman National University, Uman, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2387-5400>

Andrii Kysil

Uman National University, Uman, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7193-2808>

Olesia Priss

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University,
Zaporizhzhia, UkraineORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6395-4202>

This study investigates the quality of gluten-free bread. In Ukraine, the range of gluten-free products remains limited. This paper determines the possibility of improving the laboratory assessment of gluten-free bread to further define the rational use of gluten-free flour in bread baking with guaranteed stability of the product structure.

The recommended approach to assessing the quality of gluten-free bread involves a 5-point assessment scale containing the following indicators: physical appearance (shape, surface, color of the crust); crumb condition (consistency, structure, color); taste; and smell. The devised weighting factors take into account the smaller volume and porosity of products made from gluten-free raw materials compared to wheat bread.

The combination of non-traditional raw materials (quinoa, buckwheat, corn flour) with an improved quality assessment system made it possible not only to develop a competitive recipe for gluten-free bread but also form a unified approach to controlling its quality. Thus, the positive results are attributed to the high nutritional properties of quinoa and buckwheat, as well as the functional characteristics of psyllium and starch, which compensate for the absence of gluten proteins. Structure-forming agents – xanthan gum, starch, and psyllium – and their amounts are recommended to ensure dimensional stability and improve the texture of the product. The proposed recipe ratios (quinoa flour as the main raw material in combination with buckwheat and corn flour and the addition of 1.0% psyllium powder or 1:3 of the amount of starch) and an improved approach to evaluation could be used in laboratory practice, during industrial and small-scale production of gluten-free bakery products, as well as in the development of other types of functional grain flour products.

Keywords: gluten-free flour, quinoa, psyllium, optimization of bread recipes, organoleptic evaluation criteria.

References

1. Hrishchenko, A. (2025). Research of trends in the development of the bakery industry in Ukraine. *Agrosvit*, 1, 77–89. <https://doi.org/10.32702/2306-6792.2025.1.77>
2. Catassi, C., Bai, J., Bonaz, B., Bouma, G., Calabrò, A., Carroccio, A. et al. (2013). Non-Celiac Gluten Sensitivity: The New Frontier of Gluten Related Disorders. *Nutrients*, 5 (10), 3839–3853. <https://doi.org/10.3390/nu5103839>
3. Capriles, V. D., Valéria de Aguiar, E., Garcia dos Santos, F., Fernández, M. E. A., de Melo, B. G., Tagliapietra, B. L. et al. (2023). Current status and future prospects of sensory and consumer research approaches to gluten-free bakery and pasta products. *Food Research International*, 173, 113389. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113389>
4. Chen, Y., Fu, Q., Jin, W., Shen, W., Li, J. (2025). Improving the quality of steamed rice bread using micro-cellulose as fillers: Effect of particle size. *Carbohydrate Polymers*, 362, 123663. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.123663>
5. Semenova, A. B., Biela, N. I., Prykhodko, Yu. S., Pysarets, O. P. (2016). Pat. No. 114989 UA. Khlib bezgliutenovyi. No. a201606264; declared: 09.06.2016; published: 28.08.2017. Available at: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/707100/>
6. Nakov, G., Jukić, M., Soler, F., Syleimanova, S., Lukinac, J., Estivi, L. et al. (2025). Enhancing the Antioxidant and Nutritional Profile of Gluten-Free Sourdough Bread Using Hemp Press Cake Meal. *Foods*, 14 (20), 3571. <https://doi.org/10.3390/foods14203571>
7. Grassi de Alcântara, R., Aparecida de Carvalho, R., Maria Vanin, F. (2020). Evaluation of wheat flour substitution type (corn, green banana and rice flour) and concentration on local dough properties during bread baking. *Food Chemistry*, 326, 126972. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126972>
8. Zhang, J., Zhu, Q., Cheng, L., Kang, J., Liu, H., Zhang, L. et al. (2025). Enhancing gluten-free dough and bread properties using xanthan gum and its trifluoroacetic acid hydrolytes. *Food Hydrocolloids*, 164, 111204. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2025.111204>
9. Vicente, A., Villanueva, M., Caballero, P. A., Lazaridou, A., Biliaderis, C. G., Ronda, F. (2024). Flours from microwave-treated buckwheat grains improve the physical properties and nutritional quality of gluten-free bread. *Food Hydrocolloids*, 149, 109644. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.109644>
10. Abdelshafy, A. M., Rashwan, A. K., Osman, A. I. (2024). Potential food applications and biological activities of fermented quinoa: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 144, 104339. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104339>
11. Navruz-Varli, S., Sanlier, N. (2016). Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69, 371–376. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2016.05.004>
12. Elgeti, D., Nordlohne, S. D., Föste, M., Besl, M., Linden, M. H., Heinz, V. et al. (2014). Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *Journal of Cereal Science*, 59 (1), 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.10.010>
13. Belorio, M., Gómez, M. (2020). Psyllium: a useful functional ingredient in food systems. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62 (2), 527–538. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1822276>
14. Fratelli, C., Santos, F. G., Muniz, D. G., Habu, S., Braga, A. R. C., Capriles, V. D. (2021). Psyllium Improves the Quality and Shelf Life of Gluten-Free Bread. *Foods*, 10 (5), 954. <https://doi.org/10.3390/foods10050954>
15. Elketry, H. O., El-Beltagi, H. S., Ahmed, A. R., Mohamed, H. I., Al-Otaibi, H. H., Ramadan, K. M. A., Mahmoud, M. A. A. (2023). The potential use of Indian rice flour or husk in fortification of pan bread: assessing bread's quality using sensory, physicochemical, and chemometric methods. *Frontiers in Nutrition*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1240527>
16. Drobot, V. I. (2006). *Laboratornyi praktykum z tekhnolohiyi khlibopekarskoho ta makaronnoho vyrobnytstva. Tekhnolohiya khlibopekarskoho vyrobnytstva*. Kyiv: Tsentr navch. l-ry, 341.
17. Kyienko, Z. B., Prysiazhniuk, L. M., Shovhun, O. O. et al. (2015). *Metodyka derzhavnoi naukovo-tekhnichnoi ekspertyzy sortiv roslyn*. Vinnytsia: TOV “Nilan-LTD”, 160.
18. Leonov, O. Yu., Panchenko, I. A., Skliarevskiy, K. M. et al. (2011). *Metodychni rekomendatsiyi z otsinky yakosti zerna selektsiynoho materialu*. Kharkiv: Instytut roslynnytstva im. V.Ya. Yurieva, 70.
19. Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., Polianetska, I. O., Voziyan, V. V. (2015). Pat. No. 110269 UA. Sposib otsinky yakosti khliba zi spelyi. No. u201512030; declared: 04.12.2015; published: 10.10.2016. Available at: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/827769/>
20. Osokina, N., Kostetska, K., Gerasymchuk, H., Vozian, V., Telezhenko, L., Priss, O. et al. (2017). Substantiation of the use of spice plants for enrichment of wheat bread. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (88)), 16–22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.108900>
21. Kiiko, B., Melnyk, O., Gavrylenko, O. (2023). The bakery industry of Ukraine in wartime conditions. *Commodity science. Technologies. Engineering*, 45 (1), 27–40. [https://doi.org/10.31617/2.2023\(45\)03](https://doi.org/10.31617/2.2023(45)03)

22. Shanina, O. M., Haliasnyi, I. V., Lobacheva, N. L. (2015). Justification of the flour raw materials composition in the technology of non-yeast glutenfree bread. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe*, 4, 56–60. Available at: <http://repo.snau.edu.ua/bitstream/123456789/4919/1/Польща.pdf>
23. Gibb, R. D., Sloan, K. J., McRorie, J. W. (2023). Psyllium is a natural nonfermented gel-forming fiber that is effective for weight loss: A comprehensive review and meta-analysis. *Journal of the American Association of Nurse Practitioners*, 35 (8), 468–476. <https://doi.org/10.1097/jxx.0000000000000882>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.343273

REVEALING THE IMPACT OF MILITARY ACTIVITIES ON THE SAFETY OF AGRICULTURAL PRODUCE (p. 47–53)

Maryna Samilyk

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4826-2080>

Serhii Bokovets

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0466-2426>

Oleksandr Kovalenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1043-6679>

Taisia Ryzhkova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3358-7496>

Ihor Hnoievyi

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1350-6898>

Dmytro Hrinchenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7617-1576>

Alla Petrenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2198-8719>

Oleh Bakhmat

Higher Educational Institution “Podillia State University”,
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8015-1567>

Uliana Nedilska

Higher Educational Institution “Podillia State University”,
Kamianets-Podilskyi, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7427-0087>

This study investigates the process of assessing the safety of agricultural produce in the area in the vicinity of military operations.

It is known that military operations lead to contamination of the ecosystem with heavy metals. However, it has not been investigated whether contamination with toxic elements and radionuclides of agricultural products occurred in areas where there are no military operations but there is constant movement of military aircraft.

This study was conducted in 2025 in an area located within a 50-kilometer zone of military operations. The content of heavy metals in feeds used for feeding dairy cattle and milk was analyzed as toxins can enter milk through feed.

The results showed that the mass fraction of Pb ($< 0.86 \pm 0.26$ ppm) and Zn (13.93 ± 4.32 mg/kg) in grass significantly exceeds the regulatory ones. An increased content of Zn was also found in roughage. Its share in straw was 18.27 ± 5.49 mg/kg, and in hay 8.72 ± 3.08 mg/kg. Cow's milk was also contaminated. An increased level of Pb was found in it in May (0.17 ± 0.08 mg/kg) and July (0.18 ± 0.09 mg/kg). An increase in the level of Cd in milk (0.014 ± 0.01 mg/kg) was established.

A particular increase in the share of heavy metals in feed and milk was observed in May and July when the intensity of air threats in Sumy oblast increased. In that case, in April the mass share of Pb in milk was within the permissible norms and did not exceed 0.02 ppm. Radiological studies of milk did not reveal contamination with radionuclides. The specific activity of Cs-137 was within the range of $2.54 \pm 2.54 - 4.25 \pm 2.69$ Bq/kg, and the specific activity of Sr-90 was $0.56 \pm 0.56 - 1.13 \pm 0.7$ Bq/kg.

Therefore, agricultural produce in the areas near the zone of active hostilities cannot be considered safe.

Keywords: food security, heavy metals, radionuclides, toxic elements, agricultural produce.

References

1. Samilyk, M., Kovalova, O., Yudina, T., Bolhova, N., Klochko, T. (2025). Assessment of the efficiency of processing non-traditional fruit raw materials at beet sugar plants. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 11 (2), 183–217. <https://doi.org/10.51599/are.2025.11.02.07>
2. Agboklou, K. E., Özkan, B., Gujrati, R. (2025). Geopolitical Instability and the Challenge of Achieving Zero Hunger: The Impact of the Russo-Ukrainian War on Global Food Security. *Journal of Sustainable Institutional Management*, 12, e0177. <https://doi.org/10.37497/jsim.v12.id177.2025>
3. Certini, G., Scalenghe, R. (2024). War is undermining soil health and availability more than urbanisation. *Science of The Total Environment*, 908, 168124. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168124>
4. Filho, W. L., Fedoruk, M., Paulino Pires Eustachio, J. H., Splodytel, A., Smaliychuk, A., Szykowska-Jóźwik, M. I. (2024). The environment as the first victim: The impacts of the war on the preservation areas in Ukraine. *Journal of Environmental Management*, 364, 121399. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121399>
5. Rawtani, D., Gupta, G., Khatri, N., Rao, P. K., Hussain, C. M. (2022). Environmental damages due to war in Ukraine: A perspective. *Science of The Total Environment*, 850, 157932. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157932>
6. Xia, L., Robock, A., Scherrer, K., Harrison, C. S., Bodirsky, B. L., Weindl, I. et al. (2022). Global food insecurity and famine from reduced crop, marine fishery and livestock production due to climate disruption from nuclear war soot injection. *Nature Food*, 3 (8), 586–596. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00573-0>
7. Altahaan, Z., Dobslaw, D. (2024). The Impact of War on Heavy Metal Concentrations and the Seasonal Variation of Pollutants in Soils of the Conflict Zone and Adjacent Areas in Mosul City. *Environments*, 11 (11), 247. <https://doi.org/10.3390/environments11110247>
8. Deininger, K., Ali, D. A., Kussul, N., Shelestov, A., Lemoine, G., Yailimova, H. (2022). Quantifying War-Induced Crop Losses in Ukraine in near Real Time to Strengthen Local and Global Food Security. *Policy Research Working Papers*. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-10123>

9. Solokha, M., Demyanyuk, O., Symochko, L., Mazur, S., Vynokurova, N., Sementsova, K., Mariychuk, R. (2024). Soil Degradation and Contamination Due to Armed Conflict in Ukraine. *Land*, 13 (10), 1614. <https://doi.org/10.3390/land13101614>
10. Zaitsev, Yu., Hryshchenko, O., Romanova, S., Zaitseva, I. (2022). Influence of combat actions on the content of gross forms of heavy metals in the soils of Sumy and Okhtyrka districts of Sumy region. *Agroecological Journal*, 3, 136–149. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.3.2022.266419>
11. Operational Command “North”. Available at: https://www.facebook.com/kommander.nord/?locale=uk_UA
12. Zou, C., Wang, C., Huang, J., Li, Y., Zhao, Y., Liu, Y. et al. (2024). Patterns and causes of soil heavy metals and carbon stock in green spaces along an urbanization gradient. *Ecological Indicators*, 167, 112725. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112725>
13. Chirinos-Peinado, D., Castro-Bedriñana, J., García-Olarte, E., Quispe-Ramos, R., Gordillo-Espinal, S. (2021). Transfer of lead from soil to pasture grass and milk near a metallurgical complex in the Peruvian Andes. *Translational Animal Science*, 5 (1). <https://doi.org/10.1093/tas/txab003>
14. Busby, R. R., Douglas, T. A., LeMonte, J. J., Ringelberg, D. B., Indest, K. J. (2019). Metal accumulation capacity in indigenous Alaska vegetation growing on military training lands. *International Journal of Phytoremediation*, 22 (3), 259–266. <https://doi.org/10.1080/15226514.2019.1658708>
15. Alinezhad, Z., Hashemi, M., Tavakoly Sany, S. B. (2024). Concentration of heavy metals in pasteurized and sterilized milk and health risk assessment across the globe: A systematic review. *PLOS ONE*, 19 (2), e0296649. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296649>
16. Ceballos-Rasgado, M., Lowe, N. M., Mallard, S., Clegg, A., Moran, V. H., Harris, C. et al. (2022). Adverse Effects of Excessive Zinc Intake in Infants and Children Aged 0–3 Years: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Nutrition*, 13 (6), 2488–2519. <https://doi.org/10.1093/advances/nmac088>
17. Samilyk, M., Synenko, T. (2025). Assessment of the impact of military actions on the safety of soil and agricultural products. *EUREKA: Life Sciences*, 2, 60–67. <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2025.003879>
18. Pšenková, M., Toman, R., Tančin, V. (2020). Concentrations of toxic metals and essential elements in raw cow milk from areas with potentially undisturbed and highly disturbed environment in Slovakia. *Environmental Science and Pollution Research*, 27 (21), 26763–26772. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09093-5>
19. Zarif Gharaati Oftadeh, B., Tavakoly Sany, B., Alidadi, H., Zangouei, M., Barati, R., Naseri, A. (2021). Heavy Metals Contamination and Distribution in Drinking Water from Urban Area of Mashhad City in Northeast Iran: Implications for Water Quality Assessment. *Journal of Chemical Health Risks*, 11 (4), 403–18. <http://doi.org/10.22034/jchr.2021.1931089.1312>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.344558

SELECTION OF GELLING AGENTS TO ACHIEVE HIGH HOMOGENEITY OF A CONCENTRATED PRODUCT FROM QUINCE (*Cydonia Oblonga*) FRUITS USING GRAPH THEORY (p. 54–63)

Melahet Ismayilova

Ganja State University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2266-6061>

Mushfiq Khalilov

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6826-1280>

Mehriban Maharramova

Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8359-5112>

Maryam Mammadaliyeva

Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4351-8286>

Elza Omarova

Azerbaijan State University of Economics, Baku, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3888-6372>

Ahad Nabiye

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9171-1104>

Afet Gasimova

Azerbaijan Technological University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9814-4488>

This study investigates the quality of a concentrated quince fruit product. Given the widespread use of concentrated fruit products, particularly quince jelly, in various climatic zones, as well as their potential as a medicinal and dietary product, assessing product quality using mathematical methods, particularly graph theory, is of interest in processing technology.

Quince fruits, with their rich chemical composition, stand out among other fruits with their pleasant aroma. These volatile components migrate into the finished product, even after the raw materials are processed. Quince jelly is obtained by concentrating the juice, resulting in the formation of a colloidal system. However, manufacturing the product using gel technology, or more accurately, sol-gel technology, is determined by the added ingredients and environmental parameters. The advantage of this technology is that the resulting product has a more homogeneous appearance and a pleasant taste. The viscosity of the resulting product varies little across grades, averaging $2.17 \cdot 10^4$ mPa·s, and its Valent strength is 400. In terms of material flows, the consumption per ton of finished product was 1,328 kg.

The structure of fruit jelly is formed by the addition of gelling agents to the juice. Therefore, this product is not considered the result of a strict sol-gel processing method, where the transition from sol to gel structure occurs through chemical reactions. In fruit jelly, the ingredients themselves create a three-dimensional network structure, but not a solid crystalline one. This network structure is formed by hydrolysis of pectin substances and the polycondensation of polygalacturonic acids, resulting in the formation of salt bridges.

Keywords: sol, gel, thixotropy, syneresis, xerogel, colloid, graph, vertices, edge, incidence, adjacency.

References

1. Ameen, S., Shaheer Akhtar, M., Jiménez-Suárez, A., Seisdedos, G. (Eds.) (2024). *Nanotechnology and Nanomaterials Annual Volume 2024*. Intechopen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.115572>
2. Abdurakhmanov, E., Abdurakhmanov, I. Er., Begimkulov, J. N., Ismoilov, E. K., Kholmurzaev, F. F. (2023). Analytical chemistry sol-gel is produced on the basis of processes ammonia uses nanomaterials creation of selective gas sensors. *European Journal of Emerging Technology and Discoveries*, 1 (9), 24–31. Available at: <https://europeanscience.org/index.php/1/article/view/341>

3. Nabizadeh, M., Nasirian, F., Li, X., Saraswat, Y., Waheibi, R., Hsiao, L. C., Bi, D. et al. (2024). Network physics of attractive colloidal gels: Resilience, rigidity, and phase diagram. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121 (3). <https://doi.org/10.1073/pnas.2316394121>
4. Niu, Y., Fan, Y., Zhang, J. (2025). Progress and Challenge in the Risk Management of Food Additives. *Journal of Food Protection*, 88 (10), 100607. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2025.100607>
5. Mazur, L. M., Popova, I. V., Simurova, N. V., Sliva, Yu. V. (2014). Fiziko-himicheskie processy geleobrazovaniya pektinov v pishevyyh tehnologiyah. *Sahar*, 1, 1–5. Available at: <https://dspace.nuft.edu.ua/server/api/core/bitstreams/f403b104-d84d-4147-88a6-1716c8336bb5/content>
6. Wan-Mohtar, W. A. A. Q. I., Abdul Halim-Lim, S., Pillai Balamurugan, J., Mohd Saad, M. Z., Azizan, N. A. Z., Jamaludin, A. A., Ilham, Z. (2021). Effect of Sugar-Pectin-Citric Acid Pre-Commercialization Formulation on the Physicochemical, Sensory, and Shelf-Life Properties of Musa cavendish Banana Jam. *Sains Malaysiana*, 50 (5), 1329–1342. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5005-13>
7. Kastner, H., Kern, K., Wilde, R., Berthold, A., Einhorn-Stoll, U., Drusch, S. (2014). Structure formation in sugar containing pectin gels – Influence of tartaric acid content (pH) and cooling rate on the gelation of high-methoxylated pectin. *Food Chemistry*, 144, 44–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.127>
8. da Costa Amaral, S., Roux, D., Caton, F., Rinaudo, M., Barbieri, S. F., Meira Silveira, J. L. (2021). Extraction, characterization and gelling ability of pectins from Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruits. *Food Hydrocolloids*, 121, 106845. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106845>
9. Barros, F. C. N., da Silva, D. C., Sombra, V. G., Maciel, J. S., Feitosa, J. P. A., Freitas, A. L. P., de Paula, R. C. M. (2013). Structural characterization of polysaccharide obtained from red seaweed *Gracilaria caudata* (J Agardh). *Carbohydrate Polymers*, 92 (1), 598–603. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.09.009>
10. Ciancia, M., Matulewicz, M. C., Tuvikene, R. (2020). Structural Diversity in Galactans From Red Seaweeds and Its Influence on Rheological Properties. *Frontiers in Plant Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.559986>
11. Gubsky, S. M., Muzyka, S. M., Foshan, A. L., Evlash, V. V., Kalugin, O. N. (2018). Reologic properties of aqueous solutions of agar and gelatine for confectionery. *Kharkiv University Bulletin. Chemical Series*, 31, 64–78. <https://doi.org/10.26565/2220-637x-2018-31-06>
12. Bui, T. N. T. V. (2019). Structure, Rheological Properties and Connectivity of Gels Formed by Carrageenan Extracted from Different Red Algae Species. *Organic chemistry. Le Mans Université*. Available at: <https://theses.hal.science/tel-02077051/file/2019LEMA1007.pdf>
13. Kravchenko, A. O., Anastyuk, S. D., Glazunov, V. P., Sokolova, E. V., Isakov, V. V., Yermak, I. M. (2020). Structural characteristics of carrageenans of red alga *Mastocarpus pacificus* from sea of Japan. *Carbohydrate Polymers*, 229, 115518. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115518>
14. Wei, Y., Lin, S., Lin, W., Nie, Y., Zou, X., Zheng, Y. et al. (2025). The Impact of κ -Carrageenan on the Textural, Microstructural, and Molecular Properties of Heat-Induced Egg White Protein Gel. *Food Science & Nutrition*, 13 (8). <https://doi.org/10.1002/fsn3.70541>
15. Zhang, X., Yousaf, S., Naeem, A., Tawfiq, F. M., Aslam, A. (2024). Analyzing topological descriptors of guar gum and its derivatives for predicting physical properties in carbohydrates. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 253, 105203. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2024.105203>
16. Quratulain, M., Asha, S. B., Waseem, A. H. (2024). A Review of Graph Theory and Its Applications Across Various Disciplines. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 11 (03). Available at: <https://www.irjet.net/archives/V11/i3/IRJET-V11I325.pdf>
17. Huang, R., Naeem, M., Siddiqui, M. K., Rauf, A., Rashid, M. U., Ali, M. A. (2024). Statistical analysis of topological indices in linear phenylenes for predicting physicochemical properties using algorithms. *Scientific Reports*, 14 (1). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70187-y>
18. Liu, S., Huang, S., Li, L. (2016). Thermoreversible gelation and viscoelasticity of κ -carrageenan hydrogels. *Journal of Rheology*, 60 (2), 203–214. <https://doi.org/10.1122/1.4938525>
19. Zabashta, Y. F., Kovalchuk, V. I., Svechnikova, O. S., Vergun, L. Y., Bulavin, L. A. (2024). The sol-gel transition in hydrogels as the first-order phase transition. *Ukrainian Journal Of Physics*, 69 (6), 409–416. <https://doi.org/10.15407/ujpe69.6.409>
20. Ghosh, D., Györi, E., Paulos, A., Salia, N., Zamora, O. (2020). The maximum Wiener index of maximal planar graphs. *Journal of Combinatorial Optimization*, 40 (4), 1121–1135. <https://doi.org/10.1007/s10878-020-00655-4>
21. Min, W., Liu, C., Xu, L., Jiang, S. (2022). Applications of knowledge graphs for food science and industry. *Patterns*, 3 (5), 100484. <https://doi.org/10.1016/j.patter.2022.100484>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.343276

SUBSTANTIATING THE TURKISH DELIGHT TECHNOLOGY BASED ON FRUIT AND BERRY PASTE FROM APPLES, APRICOTS, AND HONEYSUCKLE (p. 64–72)

Kateryna Kasabova

State Biotechnological University, 44, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5827-1768>

Olga Samokhvalova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-6883>

Olena Bolkhovitina

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8949-1755>

Ighor Lebedinec

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5703-838X>

Nina Budnyk

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2176-0650>

Inna Choni

Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5156-4741>

Oksana Skoromna

Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1332-5579>

Alla Sitkovska

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1892-6314>

Svitlana Nuzhna

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6850-4016>

Olena Stukalo

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2432-8468>

This study considers the technological process of Turkish delight production using fruit and berry paste made from apples, apricots, and honeysuckle. The task addressed is to form the structure, preserve traditional organoleptic quality indicators of Turkish delight without the use of various additives, as well as increase the nutritional value, by using natural fruit and berry paste. Exploiting the natural properties of the specified raw material makes it possible to substantiate the production of a plant-based paste and introduce it into the Turkish delight technology.

The study's results established that the introduction of short-term concentration at a temperature of 62...65°C enables the preservation of functional components in the paste, which is characterized by a dynamic viscosity of 320 Pa·s, a content of non-starch polysaccharides of 3.3 g, vitamin C – 19 mg, and vitamin A – 210 mg.

The introduction of fruit and berry paste into the Turkish delight recipe helps improve its quality. A decrease in humidity from 17.2% to 16.8%, an increase in titrated acidity from 1.5° to 1.7°, as well as an increase in the content of reducing substances from 22.1% to 22.6%, were noted. Structural and mechanical studies showed that the strength of the experimental sample on 1, 12, and 24 h was 21; 38; and 42 kPa, respectively, which exceeds control values (14; 32; and 38 kPa), while adhesion decreased from 1.7 to 1.5 kPa. The results confirm the effectiveness of using fruit and berry paste to produce Turkish delight with improved texture and increased nutritional value.

The proposed technology opens up opportunities for making a wide range of natural confectionery products with enhanced functionality. The introduction of this technology could expand the market for environmentally friendly sweets and might contribute to integrating products with high competitiveness into production.

Keywords: Turkish delight, fruit and berry paste, structure formation, rheological properties, organoleptic properties, functional ingredients.

References

- de Oliveira, Z. B., Silva da Costa, D. V., da Silva dos Santos, A. C., da Silva Júnior, A. Q., de Lima Silva, A., de Santana, R. C. F. et al. (2024). Synthetic Colors in Food: A Warning for Children's Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21 (6), 682. <https://doi.org/10.3390/ijerph21060682>
- Lam, H.-P., Arli, D., Nguyen, T. H., Nguyen, T. Q. (2025). Homestay experience and eWOM among Generation Z tourists: The role of guest delight, guest satisfaction, and the need for uniqueness. *Acta Psychologica*, 255, 104980. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104980>
- Yuan, Y., Wei, X., Mao, Y., Zheng, Y., He, N., Guo, Y. et al. (2025). Innovative Food Processing Technologies Promoting Efficient Utilization of Nutrients in Staple Food Crops. *Engineering*, 50, 229–244. <https://doi.org/10.1016/j.eng.2025.04.014>
- Zagorulko, A., Zagorulko, A., Kasabova, K., Chuiko, L., Yakovets, L., Pugach, A. et al. (2022). Improving the production technology of functional paste-like fruit-and-berry semi-finished products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (118)), 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.262924>
- 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>
- Zagorulko, A., Shydakova-Kameniuka, O., Kasabova, K., Zagorulko, 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>
- Zahorulko, A., Zagorulko, A., Kasabova, K., Shmatchenko, N. (2020). Improvement of zefir production by addition of the developed blended fruit and vegetable paste into its recipe. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 39–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.185684>
- 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>
- Batu, A., Kirmaci, B. (2009). Production of Turkish delight (lokum). *Food Research International*, 42 (1), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2008.08.007>
- Batu, A., Arslan, A. (2014). Effects of Black Grape Syrup on Texture, Colour and Sensory Qualities of Value Added Turkish Delight (Lokum). *Journal of Nutrition & Food Sciences*, s8. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.s8-005>
- Samokhvalova, O., Chernikova, Y., Oliinyk, S., Kasabova, K. (2015). The effect of microbial polysaccharides on the properties of wheat flour. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (77)), 11. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.56177>
- Mykhaylov, V., Samokhvalova, O., Kucheruk, Z., Kasabova, K., Simakova, O., Goriainova, I. et al. (2019). Influence of microbial polysaccharides on the formation of structure of protein-free and gluten-free flour-based products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (102)), 23–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.184464>
- Karakas Budak, B. (2019). Şekerleme ürününde nişastanın pullulan ile ikame edilmesinin lokumda nişasta jel yapısı üzerine etkisi. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 32 (3), 323–327. <https://doi.org/10.29136/mediterranean.609017>
- Kasabova, K., Samokhvalova, O., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Babaiyev, S., Bereza, O. et al. (2022). Improvement of Turkish delight production 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>
- Kavak, D. D., Ogun, S. (2025). Use of quince (*Cydonia oblonga* mill.) as artificial coloring and flavoring substitute in functional soft candy (lokum) production. *LWT*, 225, 117831. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117831>
- Çoban, B., Bilgin, B., Yurt, B., Kopuk, B., Atik, D. S., Palabiyik, I. (2021). Utilization of the barberry extract in the confectionery products. *LWT*, 145, 111362. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111362>
- Özen, G., Akbulut, M., Artik, N. (2011). Stability Of Black Carrot Anthocyanins In The Turkish Delight (Lokum) During Storage. *Journal of Food Process Engineering*, 34 (4), 1282–1297. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2009.00412.x>
- Lapytska, N., Syza, O., Gorodyska, O., Savchenko, O., Rebenok, E. (2023). Improving the jelly plum juice technology by using secondary products of oil production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (116)), 6–11. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254873>

- prise Technologies, 3 (11 (123)), 68–77. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.281929>
19. Kavak, D. D., Akpunar, E. B. (2018). Quality characteristics of Turkish delight (lokum) as influenced by different concentrations of cornelian cherry pulp. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42 (7), e13656. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13656>
 20. Hayoğlu, İ., Başıyigit, B., Dirik, A. (2017). Tane Nar İlaveli Lokum Üretimi Ve Vakum Ambalajlamanın Raf Ömrü Üzerine Etkisi. *Gıda / The Journal Of Food*, 42 (5), 553–560. <https://doi.org/10.15237/gida.gd17023>
 21. Akinlolu-Ojo, T., Nwanna, E. E., Badejo, A. A. (2022). Physicochemical constituents and anti-oxidative properties of ripening hog plum (*Spondias Mombin*) fruits and the quality attributes of jam produced from the fruits. *Measurement: Food*, 7, 100037. <https://doi.org/10.1016/j.meafoo.2022.100037>
 22. Farzaliyev, E. B., Ökten, S. (2023). Production and characterization of fruit jam with activated pectin using wild hawthorn puree (*Crataegus monogyna* Jacq.). *Natural Product Research*, 39 (4), 993–997. <https://doi.org/10.1080/14786419.2023.2283760>
 23. Fil, M., Mikhailyuk, O. (2017). Innovative approach technologies fruit marmalade. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 19 (75), 55–58. <https://doi.org/10.15421/nvlvet7511>
 24. Panasjuk, S., Myskovets, M. (2023). Innovative technology of diabetic jelly-fruit marmalade production. *Commodity Bulletin*, 16 (1), 73–84. <https://doi.org/10.36910/6775-2310-5283-2023-17-6>
 25. Alrasheedi, A. A., Ali, A. A., Hijazi, M. A. (2023). Modification and sensory evaluation of Turkish delight (lokum); supplemented with different levels of dried date powders. *Food Science and Technology*, 43. <https://doi.org/10.5327/fst.00107>
 26. Hanoğlu, A., Karaoğlu, M. M. (2024). The effect of different pulp powders incorporation on the instrumental texture and rheological properties of Turkish delight. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 35, 100872. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2024.100872>
 27. Lapytska, N., Rebenok, Y., Syza, O., Shklyayev, O., Novik, A., Lystopad, T., Haliasnyi, I. (2025). Developing mochi frozen desserts technology using by-products of juice production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (134)), 54–66. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.324602>
 28. Liu, R. H. (2013). Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. *Advances in Nutrition*, 4 (3), 384S–392S. <https://doi.org/10.3945/an.112.003517>
 29. Skwarek, P., Karwowska, M. (2023). Fruit and vegetable processing by-products as functional meat product ingredients -a chance to improve the nutritional value. *LWT*, 189, 115442. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115442>
 30. Samokhvalova, O., Kasabova, K., Oliinyk, S. (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>
 31. Kiptelaya, L., Zagorulko, A., Zagorulko, A. (2015). Improvement of equipment for manufacture of vegetable convenience foods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (74)), 4–8. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39455>
 32. Tipsina, N. N. (2018). *Vostochnye sladosti i nacional'nye izdeliya*. Krasnoyarsk, 150. Available at: <https://www.twirpx.com/file/3079130/>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347224

DETERMINING THE EFFECT OF HEAT TREATMENT ON THE INDICATORS OF DEMINERALIZED WHEY LIQUID CONCENTRATES (p. 73–80)

Artur Mykhalevych

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4212-9457>**Galyna Polishchuk**

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3013-3245>**Uliana Bandura**

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2617-006X>**Roman Svyatnenko**

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0895-6982>**Oksana Bass**

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7222-1388>

This study investigates the technology of liquid demineralized whey concentrates. The task addressed is to determine rational modes for the thermal treatment of liquid demineralized whey concentrates in order to improve their functional and technological properties.

Liquid whey concentrates were pasteurized under the following modes: 1 (temperature – $70 \pm 2^\circ\text{C}$, duration – 3–5 min), 2 (temperature – $80 \pm 2^\circ\text{C}$, duration – 3–5 min), 3 (temperature – $90 \pm 2^\circ\text{C}$, duration – 3–5 min).

With an increase in the dry matter content from 10 to 40% in the concentrates, the density increased, the water activity and surface tension decreased, and the active acidity stabilized. The choice of mode 2 of heat treatment for a concentrate with a mass fraction of dry matter of 40% turned out to be the most rational since it provided a balance between high pasteurization efficiency and preservation of the qualitative characteristics of the studied sample.

With increasing concentration of dry matter, a significant increase in effective viscosity was observed. For 40% concentrate, mode 2 provides the maximum level of thixotropy – up to 75%, which indicates significant elasticity and technological stability of the product.

Analyzing the amino acid composition of 40% concentrate under different pasteurization modes, a clear trend of decreasing the content of all amino acids with increasing heat treatment temperature was observed.

The results could be used as recommendations for adjusting technological parameters to obtain stable whey concentrates. The pasteurized concentrates obtained are semi-finished products that could be used in the food industry.

Keywords: whey, heat treatment, water activity, surface tension, effective viscosity, thixotropy of the system, quality indicators, amino acid composition.

References

1. Mykhalevych, A., Buniowska-Olejnik, M., Polishchuk, G., Puchalski, C., Kamińska-Dwórznička, A., Berthold-Pluta, A. (2024). The Influence of Whey Protein Isolate on the Quality Indicators of Acidophilic Ice Cream Based on Liquid Concentrates of Demineralized Whey. *Foods*, 13 (1), 170. <https://doi.org/10.3390/foods13010170>
2. Kheto, A., Adhikary, U., Dhua, S., Sarkar, A., Kumar, Y., Vashishth, R. et al. (2024). A review on advancements in emerging processing of

- whey protein: Enhancing functional and nutritional properties for functional food applications. *Food Safety and Health*, 3 (1), 23–45. <https://doi.org/10.1002/fsh3.12067>
3. Saputra, A., Gavahian, M., Purnomo, E. H., Saraswati, S., Hasanah, U., Boing Sitanggang, A. (2025). High-pressure processing as an emerging technology for enhancing dairy product safety and quality: a critical review of latest advances, sustainability impact, limitations, and prospects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 65 (33), 8341–8365. <https://doi.org/10.1080/10408398.2025.2499623>
 4. Rabbani, A., Ayyash, M., D'Costa, C. D. C., Chen, G., Xu, Y., Kamal-Eldin, A. (2025). Effect of Heat Pasteurization and Sterilization on Milk Safety, Composition, Sensory Properties, and Nutritional Quality. *Foods*, 14 (8), 1342. <https://doi.org/10.3390/foods14081342>
 5. Qi, P. X., Ren, D., Xiao, Y., Tomasula, P. M. (2015). Effect of homogenization and pasteurization on the structure and stability of whey protein in milk. *Journal of Dairy Science*, 98 (5), 2884–2897. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8920>
 6. Wada, Y., Lönnnerdal, B. (2014). Effects of Different Industrial Heating Processes of Milk on Site-Specific Protein Modifications and Their Relationship to in Vitro and in Vivo Digestibility. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62 (18), 4175–4185. <https://doi.org/10.1021/jf501617s>
 7. Freire, P., Zambrano, A., Zamora, A., Castillo, M. (2022). Thermal Denaturation of Milk Whey Proteins: A Comprehensive Review on Rapid Quantification Methods Being Studied, Developed and Implemented. *Dairy*, 3 (3), 500–512. <https://doi.org/10.3390/dairy3030036>
 8. Fitzsimons, S. M., Mulvihill, D. M., Morris, E. R. (2007). Denaturation and aggregation processes in thermal gelation of whey proteins resolved by differential scanning calorimetry. *Food Hydrocolloids*, 21 (4), 638–644. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2006.07.007>
 9. Singh, H., Roberts, M. S., Munro, P. A., Teo, C. T. (1996). Acid-Induced Dissociation of Casein Micelles in Milk: Effects of Heat Treatment. *Journal of Dairy Science*, 79 (8), 1340–1346. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(96\)76490-1](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(96)76490-1)
 10. Li, H., Zhao, T., Li, H., Yu, J. (2021). Effect of Heat Treatment on the Property, Structure, and Aggregation of Skim Milk Proteins. *Frontiers in Nutrition*, 8. <https://doi.org/10.3389/fnut.2021.714869>
 11. Qian, F., Sun, J., Cao, D., Tuo, Y., Jiang, S., Mu, G. (2017). Experimental and Modelling Study of the Denaturation of Milk Protein by Heat Treatment. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37 (1), 44–51. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.1.44>
 12. Čurlej, J., Zájác, P., Čapla, J., Golian, J., Benešová, L., Partika, A. et al. (2022). The Effect of Heat Treatment on Cow's Milk Protein Profiles. *Foods*, 11(7), 1023. <https://doi.org/10.3390/foods11071023>
 13. Haas, J., Kim, B. J., Atamer, Z., Wu, C., Dallas, D. C. (2025). Effects of high-temperature, short-time pasteurization on milk and whey during commercial whey protein concentrate production. *Journal of Dairy Science*, 108 (1), 257–271. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25493>
 14. Bogahawaththa, D., Vasiljevic, T. (2020). Denaturation of selected bioactive whey proteins during pasteurization and their ability to modulate milk immunogenicity. *Journal of Dairy Research*, 87 (4), 484–487. <https://doi.org/10.1017/s0022029920000989>
 15. Mykhalevych, A., Polishchuk, G., Bandura, U., Osmak, T., Bass, O. (2024). Determining the influence of plant-based proteins on the characteristics of dairy ice cream. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (130)), 6–15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.308635>
 16. Polishchuk, G., Sharakhmatova, T., Shevchenko, I., Manduk, O., Mykhalevych, A., Pukhlyak, A. (2023). Scientific substantiation of cream heating duration in the technology of sour cream, enriched with protein. *Food Science and Technology*, 17 (3). <https://doi.org/10.15673/fst.v17i3.2657>
 17. Mykhalevych, A., Moiseyeva, L., Polishchuk, G., Bandura, U. (2024). Determining patterns of lactose hydrolysis in liquid concentrates of demineralized whey. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (132)), 24–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.318337>
 18. Bobel, I., Adamczyk, G., Falendysz, N. (2022). Nutritional and biological value of mushroom snacks. *Food and Environment Safety Journal*, 21 (2). <https://doi.org/10.4316/fens.2022.018>
 19. Tunick, M. H., Thomas-Gahring, A., Van Hekken, D. L., Iandola, S. K., Singh, M., Qi, P. X. et al. (2016). Physical and chemical changes in whey protein concentrate stored at elevated temperature and humidity. *Journal of Dairy Science*, 99 (3), 2372–2383. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10256>
 20. Ayyash, M., Ali, A. H., Al-Nabulsi, A., Osaili, T., Bamigbade, G., Subash, A. et al. (2025). Effect of acid whey protein concentrate on the rheological properties, antioxidant capacities, and biological activities of bioaccessible fractions in fermented camel milk. *Journal of Dairy Science*, 108 (2), 1242–1260. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25479>
 21. Kusio, K., Szafrńska, J. O., Radzki, W., Sołowiej, B. G. (2020). Effect of Whey Protein Concentrate on Physicochemical, Sensory and Antioxidative Properties of High-Protein Fat-Free Dairy Desserts. *Applied Sciences*, 10 (20), 7064. <https://doi.org/10.3390/app10207064>
 22. Shafiur Rahman, M. (Ed.) (1999). *Handbook of Food Preservation*. CRC Press.
 23. Fellows, P. (2000). *Food Processing Technology*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/noe0849308871>
 24. Macdonald, L. E., Brett, J., Kelton, D., Majowicz, S. E., Snedeker, K., Sargeant, J. M. (2011). A Systematic Review and Meta-Analysis of the Effects of Pasteurization on Milk Vitamins, and Evidence for Raw Milk Consumption and Other Health-Related Outcomes. *Journal of Food Protection*, 74 (11), 1814–1832. <https://doi.org/10.4315/0362-028x.jfp-10-269>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.345352

IMPROVED THERMORADIATIVE BELT DRYER WITH AIR RECUPERATION AND AUTONOMOUS VENTILATION (p. 81–91)

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>**Larysa Bal-Prylypko**

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9489-8610>**Maksym Riabovol**

LLC Meat Processing Plant “Yuvileinyi”, Slobozhanske, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0605-8708>**Mykhailo Marchenko**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7897-0371>

Tetiana Zhelieva

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5701-6543>

Serhii Babaiev

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6132-2597>

Eldar Ibaiev

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

This study considers the process of IR drying of organic raw materials and semi-finished products of mixed composition. A limitation of this process is the insufficient uniformity of drying and preservation of biologically active substances. To address this challenge, the structure of a film-like electric heater of radiating type has been improved by combined heat supply and conductive drying under autonomous ventilation conditions (15...30 W). A universal conveyor belt with replaceable modules expands the range of organic agricultural raw materials and semi-finished products of mixed composition during low-temperature drying (45...65°C).

The drying duration is reduced by 30...35% with an increase in the residual content of biologically active substances by 15...20% compared to the base device. For apples of the Gala variety, the residual content of vitamin C after IR drying was 82.0 ± 3.1 mg/100 g, which is 20% more than in the prototype (68.0 ± 2.5 mg/100 g). In carrots of the Shantane variety, the residual content of β -carotene after IR drying was $87 \pm 2.5\%$, which is 17% higher than in the prototype ($70 \pm 3\%$). In chokeberry, the preservation of anthocyanins is $92 \pm 3\%$, in contrast to the prototype ($76 \pm 4\%$), in parsley, the preservation of chlorophylls is $82 \pm 4\%$ (the prototype is $65 \pm 5\%$). In meat and vegetable semi-finished products, the preservation of antioxidant activity is $84 \pm 2\%$ (versus $72 \pm 3\%$).

The combination of film-like heating, recovery of secondary warm air, autonomous ventilation by Peltier elements, solar collector, and photovoltaic panel with battery contributes to resource saving (20...30%) and stabilization of the temperature field ($\Delta T = 12...18^\circ\text{C}$). The results confirm the functional and modular properties of the improved device for the “from farm to fork” system for the production of functional semi-finished products with a high degree of readiness.

Keywords: low-temperature drying, mobile IR dryer, unified conveyor belt, autonomous ventilation, secondary air recovery.

References

1. Augustin, M. A., Riley, M., Stockmann, R., Bennett, L., Kahl, A., Lockett, T. et al. (2016). Role of food processing in food and nutrition security. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.08.005>
2. Nowacka, M., Matys, A., Witrowa-Rajchert, D. (2024). Innovative Technologies for Improving the Sustainability of the Food Drying Industry. *Current Food Science and Technology Reports*, 2 (2), 231–239. <https://doi.org/10.1007/s43555-024-00026-8>
3. Venkateswarlu, K., Reddy, S. V. K. (2024). Recent trends on energy-efficient solar dryers for food and agricultural products drying: a review. *Waste Disposal & Sustainable Energy*, 6 (3), 335–353. <https://doi.org/10.1007/s42768-024-00193-3>
4. Chojnacka, K., Mikula, K., Izydorczyk, G., Skrzypczak, D., Witek-Krowiak, A., Moustakas, K. et al. (2021). Improvements in drying technologies - Efficient solutions for cleaner production with higher energy efficiency and reduced emission. *Journal of Cleaner Production*, 320, 128706. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128706>
5. Das, B., Singh, P., Kalita, P. (2025). Performance Evaluation of a Mixed-Mode solar dryer with PCM-based energy storage for efficient drying of *Baccaurea ramiflora*. *Solar Energy*, 288, 113279. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2025.113279>
6. Huang, L., Bai, L., Zhang, X., Gong, S. (2019). Re-understanding the antecedents of functional foods purchase: Mediating effect of purchase attitude and moderating effect of food neophobia. *Food Quality and Preference*, 73, 266–275. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.001>
7. Kiptelaya, L., Zagorulko, A., Zagorulko, A. (2015). Improvement of equipment for manufacture of vegetable convenience foods. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (74)), 4–8. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39455>
8. An, J., Xie, H., Yan, J., Wei, H., Wu, Y., Liao, X. (2024). A review of applications of energy analysis: Grain, fruit and vegetable drying technology. *Energy Reports*, 12, 5482–5506. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2024.11.037>
9. Majumder, P., Deb, B., Gupta, R., Sablani, S. S. (2022). A comprehensive review of fluidized bed drying: Sustainable design approaches, hydrodynamic and thermodynamic performance characteristics, and product quality. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 53, 102643. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102643>
10. Haron, N. S., Zakaria, J. H., Mohideen Batcha, M. F. (2017). Recent advances in fluidized bed drying. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 243, 012038. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/243/1/012038>
11. Cherevko, O., Mikhaylov, V., Zahorulko, A., Zagorulko, A., Gordienko, I. (2021). Development of a thermal-radiation single-drum roll dryer for concentrated food stuff. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (109)), 25–32. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224990>
12. 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>
13. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Kasabova, K., Shmatchenko, N. (2020). Improvement of zefir production by addition of the developed blended fruit and vegetable paste into its recipe. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 39–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.185684>
14. Zagorulko, A., Zahorulko, A., Kasabova, K., Chuiko, L., Yakovets, L., Pugach, A. et al. (2022). Improving the production technology of functional paste-like fruit-and-berry semi-finished products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (118)), 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.262924>
15. Mishra, L., Hauchhum, L., Gupta, R. (2022). Development and performance investigation of a novel solar-biomass hybrid dryer. *Applied Thermal Engineering*, 211, 118492. <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2022.118492>
16. Park, Y., Chang, Y.-S., Park, J.-H., Yang, S.-Y., Chung, H., Jang, S.-K. et al. (2016). Energy Efficiency of Fluidized Bed Drying for Wood Particles. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 44 (6), 821–827. <https://doi.org/10.5658/wood.2016.44.6.821>
17. Waskale, H., Bhong, M. (2019). Forced Convective Drying Of Potato Chips with Air Recirculation. Available at: <https://www.researchgate.net>

- net/publication/333338784_Forced_Convective_Drying_Of_Potato_Chips_with_Air_Recirculation
18. Rakshamuthu, S., Jegan, S., Joel Benyameen, J., Selvakumar, V., Anandeeswaran, K., Iyahraja, S. (2021). Experimental analysis of small size solar dryer with phase change materials for food preservation. *Journal of Energy Storage*, 33, 102095. <https://doi.org/10.1016/j.est.2020.102095>
 19. Lee, D.-J., Jangam, S., Mujumdar, A. S. (2013). Some Recent Advances in Drying Technologies to Produce Particulate Solids. *KONA Powder and Particle Journal*, 30, 69–83. <https://doi.org/10.14356/kona.2013010>
 20. Faure, E., Shcherba, A., Stupka, B., Voronenko, I., Baikenov, A. (2023). A Method for Reliable Permutation Transmission in Short-Packet Communication Systems. *Information Technology for Education, Science, and Technics*, 177–195. https://doi.org/10.1007/978-3-031-35467-0_12
 21. Nejadi, J., Nikbakht, A. M. (2016). Numerical Simulation of Corn Drying in a Hybrid Fluidized Bed-Infrared Dryer. *Journal of Food Process Engineering*, 40 (2). <https://doi.org/10.1111/jfpe.12373>
 22. Aviara, N. A., Onuoha, L. N., Falola, O. E., Igbeka, J. C. (2014). Energy and exergy analyses of native cassava starch drying in a tray dryer. *Energy*, 73, 809–817. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2014.06.087>
 23. Borel, L. D. M. S., Marques, L. G., Prado, M. M. (2020). Performance evaluation of an infrared heating-assisted fluidized bed dryer for processing bee-pollen grains. *Chemical Engineering and Processing - Process Intensification*, 155, 108044. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2020.108044>
 24. Lv, W., Li, D., Lv, H., Jin, X., Han, Q., Su, D., Wang, Y. (2019). Recent development of microwave fluidization technology for drying of fresh fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 59–67. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.047>
 25. Golmohammadi, M., Assar, M., Rajabi-Hamaneh, M., Hashemi, S. J. (2015). Energy efficiency investigation of intermittent paddy rice dryer: Modeling and experimental study. *Food and Bioproducts Processing*, 94, 275–283. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2014.03.004>
 26. Aktaş, M., Khanlari, A., Amini, A., Şevik, S. (2017). Performance analysis of heat pump and infrared-heat pump drying of grated carrot using energy-exergy methodology. *Energy Conversion and Management*, 132, 327–338. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.11.027>
 27. Ichise, T., Tatemoto, Y. (2022). Numerical analysis of drying characteristics of frozen material immersed in fluidized bed at low temperature under reduced pressure. *Advanced Powder Technology*, 33 (8), 103661. <https://doi.org/10.1016/j.appt.2022.103661>
 28. Granaturov, V., Kaptur, V., Politova, I. (2016). Determination of tariffs on telecommunication services based on modeling the cost of their providing: methodological and practical aspects of application. *Economic Annals-XXI*, 156 (1-2), 83–87. <https://doi.org/10.21003/ea.v156-0019>
 29. Potapyskiy, O. V., Fesiun, S. V., Pylypenko, O. Yu., Babych, I. M. (2020). Pat. No. 147229 UA. Bahatozonalna termoelektrychna susharka. No. u202007428; declared: 23.11.2020; published: 22.04.2021. Available at: <https://sis.nipo.gov.ua/uk/search/detail/1589442/>
 30. Usama, M., Ali, Z., Ndukwe, M. C., Sathyamurthy, R. (2023). The energy, emissions, and drying kinetics of three-stage solar, microwave and desiccant absorption drying of potato slices. *Renewable Energy*, 219, 119509. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.119509>
 31. 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>

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.343573

IMPROVED VACUUM EVAPORATOR FOR CONCENTRATING FRUIT AND BERRY RAW MATERIALS (p. 92–100)

Aleksey Zagorulko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

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

Valeriy Mikhaylov

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4335-1751>

Andrey Pak

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3140-3657>

Aleksey Gromov

FOP Aleksey Yevhenovich Gromov, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5314-6074>

Fedak Natalia

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7460-3213>

Andrii Puhach

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5586-424X>

Miushfik Bakirov

SEL PACK LLC, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9723-9808>

Kirilo Pavliuchenko

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-1750-0788>

This study considers the process of heat and mass transfer during the boiling of fruit and berry pastes in a vacuum evaporator with a mixer that has heating blades. The vacuum evaporator has been improved by modernizing the heat supply system with a flexible film-like electric heater of the radiant type. The heating element is evenly placed on the outer surface of the working container; the unified mixer has its own heating surface with an area of 0.7 m². This solution not only provides a stable thermal field throughout the volume of the apparatus but also reduces the time for the system to enter the operating mode. In addition, this solution makes it possible to reduce the inertia of the heating process, improve resource efficiency, and avoid local overheating of the product, which is especially important when boiling thermolabile fruit and berry masses.

The process of boiling a semi-finished product from apples, jubes, and blueberries was tested. It was found that at a temperature of 25°C, a paste with a mass fraction of dry matter of 30% has a dynamic viscosity coefficient of 428 Pa·s, which is 1.5 times higher than that of a puree with 15% dry matter (290 Pa·s). It was determined that under boiling conditions at temperatures of 52...55°C and a residual pressure of 13...16 kPa, the effective viscosity of a product with a dry matter content of 15 to 30% is within 12...28 Pa·s (shear rate of 1 s⁻¹). The transient characteristic during heating in the improved apparatus is 30% less than that in the basic one. The metal consumption indicators of the improved structure are reduced by 45%, and the boiling time of fruit and berry puree (from 15% to 30% dry matter) is reduced

by 16%, which is explained by the increase in the heating surface to a value of 4.4 m². The specific heat consumption for heating the system decreased from 134.5 to 119 kJ/kg, which confirms the positive effect of the structural solution proposed in this work.

Keywords: vacuum evaporator, film electric heater, concentration, fruit and berry paste, mixer with heating blades.

References

- Chechitko, V., Antoniv, A., Adamchuk, L. (2024). Analytical review of the market of raw materials and innovative technologies of health-improving food products of plant origin. *Animal Science and Food Technology*, 15 (3), 115–133. <https://doi.org/10.31548/animal.3.2024.115>
- Vyrobnytstvo orhanichnoi silhospproduktsiyi ta syrovyny (2014). Ahrobiznes sohodni. Available at: <https://agro-business.com.ua/agro/u-pravovomu-poli/item/1858-vyrobnytstvo-orhanichnoi-silhospproduktsii-ta-syrovyny.html>
- Misra, N. N., Koubaa, M., Roohinejad, S., Juliano, P., Alpas, H., Inácio, R. S. et al. (2017). Landmarks in the historical development of twenty first century food processing technologies. *Food Research International*, 97, 318–339. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.001>
- Pylypenko, O. (2017). Development of Ukrainian Food Industry. *Scientific Works of NUFT*, 23 (3), 15–25. Available at: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LI NK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=Npnukht_2017_23_3_4
- Zagorulko, A., Zahorulko, A., Kasabova, K., Chervonyi, V., Omelchenko, O., Sabadash, S. et al. (2018). Universal multifunctional device for heat and mass exchange processes during organic raw material processing. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (1 (96)), 47–54. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.148443>
- Huang, L., Bai, L., Zhang, X., Gong, S. (2019). Re-understanding the antecedents of functional foods purchase: Mediating effect of purchase attitude and moderating effect of food neophobia. *Food Quality and Preference*, 73, 266–275. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.11.001>
- 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>
- O'Shea, N., Ktenioudaki, A., Smyth, T. P., McLoughlin, P., Doran, L., Auty, M. A. E. et al. (2015). Physicochemical assessment of two fruit by-products as functional ingredients: Apple and orange pomace. *Journal of Food Engineering*, 153, 89–95. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.12.014>
- Zagorulko, A., Zahorulko, A., Kasabova, K., Chuiko, L., Yakovets, L., Pugach, A. et al. (2022). Improving the production technology of functional paste-like fruit-and-berry semi-finished products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (11 (118)), 43–52. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.262924>
- Marco, S.-C., Adrien, S., Isabelle, M., Manuel, V.-O., Dominique, P. (2019). Flash Vacuum-Expansion Process: Effect on the Sensory, Color and Texture Attributes of Avocado (*Persea americana*) Puree. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74 (3), 370–375. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00749-3>
- 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>
- Habanova, M., Saraiva, J. A., Holovicova, M., Moreira, S. A., Fidalgo, L. G., Haban, M. et al. (2019). Effect of berries/apple mixed juice consumption on the positive modulation of human lipid profile. *Journal of Functional Foods*, 60, 103417. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103417>
- Boesveldt, S., Bobowski, N., McCrickerd, K., Maître, I., Sulmont-Rossé, C., Forde, C. G. (2018). The changing role of the senses in food choice and food intake across the lifespan. *Food Quality and Preference*, 68, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2018.02.004>
- Burdo, O. G., Burdo, A. K., Sirotuk, I. V., Pour, D. R. (2017). Technologies of Selective Energy Supply at Evaporation of Food Solutes. *Problemele Energeticii Regionale*, 1 (33), 100–109. Available at: https://journal.ie.asm.md/assets/files/12_01_33_2017.pdf
- Kasabova, K., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Shmatchenko, N., Simakova, O., Goriainova, I. et al. (2021). Improving pastille manufacturing technology using the developed multicomponent fruit and berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (111)), 49–56. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231730>
- Borchani, M., Masmoudi, M., Ben Amira, A., Abbès, F., Yaich, H., Besbes, S. et al. (2019). Effect of enzymatic treatment and concentration method on chemical, rheological, microstructure and thermal properties of prickly pear syrup. *LWT*, 113, 108314. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108314>
- Taskila, S., Ahokas, M., Järvinen, J., Toivanen, J., Tanskanen, J. P. (2017). Concentration and Separation of Active Proteins from Potato Industry Waste Based on Low-Temperature Evaporation and Ethanol Precipitation. *Scientifica*, 2017, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2017/5120947>
- Dolores Alvarez, M., Canet, W. (2013). Time-independent and time-dependent rheological characterization of vegetable-based infant purees. *Journal of Food Engineering*, 114 (4), 449–464. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.08.034>
- Ahrens, M. U., Selvnés, H., Henke, L., Bantle, M., Hafner, A. (2024). Investigation on heat recovery strategies from low temperature food processing plants: Energy analysis and system comparison. *Refrigeration Technology*, 113 (1), 41–53. <https://doi.org/10.17816/rf636197>
- Ding, Z., Qin, F. G. F., Yuan, J., Huang, S., Jiang, R., Shao, Y. (2019). Concentration of apple juice with an intelligent freeze concentrator. *Journal of Food Engineering*, 256, 61–72. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.03.018>
- Hobold, G. M., da Silva, A. K. (2019). Visualization-based nucleate boiling heat flux quantification using machine learning. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 134, 511–520. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.12.170>
- 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>
- Chen, X., Gao, Z., McFadden, B. R. (2020). Reveal Preference Reversal in Consumer Preference for Sustainable Food Products.

- Food Quality and Preference, 79, 103754. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103754>
24. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Kasabova, K., Shmatchenko, N. (2020). Improvement of zefir production by addition of the developed blended fruit and vegetable paste into its recipe. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 39–45. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.185684>
25. Samokhvalova, O., Kasabova, K., Oliinyk, S. (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>
26. Monastyryshchenskyi zavod kotelnoho obladdnannia. Available at: https://tekom-zavod.com.ua/ua/about_us
27. Cherevko, A., Mayak, O., Kostenko, S., Sardarov, A. (2019). Experimental and simulation modeling of the heat exchange process while boiling vegetable juice. *Progressive technique and technologies of food production enterprises, catering business and trade*, 1 (29), 75–85. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3263532>
28. 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>

Анотації
TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.341942**ОЦІНКА КОВБАСНИХ ВИРОБІВ З ГІДРОЛІЗАТОМ КОЛАГЕНУ ТА ЖУРАВЛИНОЮ ДЛЯ ЛЮДЕЙ ПОХИЛОГО ВІКУ (с. 6–14)****Yasin Uzakov, Kadyrzhan Makangali, Madina Kaldarbekova, Aziza Aitbayeva**

Об'єктом цього дослідження були варені ковбаси, розроблені спеціально для харчування людей похилого віку, що вирішують проблему досягнення високої щільності білка разом із покращеною технологічною та окислювальною стабільністю. У дослідженні оцінювався комбінований вплив гідролізату колагену 10 та журавлинного порошку 2% на склад, функціональність, колір, окислювальну стабільність та засвоюваність *in vitro*. Збагачення значно збільшило вміст білка на 13,68% проти 10,91%, вологість на 77,2% проти 72,7% та зменшило вміст жиру на 6,7% проти 9,1%. Кількість лугорозчинних білків зросла на 10,07% проти 8,49%, текстура зміцніла на 88,2% проти 60,4 кПа, а вологоутримуюча здатність покращилася на 19%. Профіль жирних кислот змістився в бік дещо вищого вмісту жирних кислот (SFA) C16:0, C18:0 та нижчого вмісту мононенасичених жирних кислот (MUFA) C18:1, з незначним збільшенням вмісту ALA n-3, тоді як транс-ізомери залишалися < 0,1%. Після 10 днів зберігання перекисні числа були нижчими до 8,1 проти 9,8 мекв/кг, що свідчить про уповільнене окислення ліпідів. Стабільність кольору досягла 94%, з покращеним збереженням почервоніння у збагачених зразках. Засвоюваність *in vitro* збільшилася, з вивільненням пептидів + 21,2% (пепсин) та + 10,3% (трипсин). Ці ефекти можна пояснити синергетичною роллю колагенових пептидів у посиленні функціональності білка та антиоксидантними властивостями поліфенолів журавлини у пригніченні перекисного окислення ліпідів. Відмінною особливістю цього підходу є подвійна дія натуральних добавок, що забезпечує продукт з покращеною харчовою щільністю та стабільністю. Практична значущість полягає у застосуванні гідролізату колагену та журавлини у функціональних м'ясних технологіях, спрямованих на раціони людей похилого віку, що пропонує життєздатну стратегію для м'ясної промисловості для підтримки здорового старіння та зниження ризиків, пов'язаних з недостатнім споживанням білка та окислювальним стресом.

Ключові слова: гідролізат колагену, журавлина, функціональна ковбаса, люди похилого віку, окислювальна стабільність, засвоюваність білка.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347797**РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРИГОТУВАННЯ ВАРЕНОЇ КОВБАСИ З ДОДАВАННЯМ СОЄВОГО ІЗОЛЯТУ ТА НУТОВОГО БОРОШНА (с. 15–22)****Elmira Kanseitova, Aibala Taspoltayeva, Zhazira Zheleuova, Marat Abishev, Birol Kilic**

Об'єктом дослідження є виробництво варених ковбас з яловичого та курячого філе з додаванням соєвого ізоляту та нутового борошна. Проблема, яку необхідно вирішити, полягає у розробці комбінованих м'ясних продуктів. Запропоновано вдосконалену рецептуру вареної ковбаси з додаванням соєвого ізоляту та нутового борошна. Її процес повністю описано. Технологія вирізняється простотою приготування. Згідно з розробленою технологією, експериментально виготовлено кілька зразків вареної ковбаси, з'єднаних у співвідношенні 100:0, 70:30, 80:20, 60:40 на основі збалансованого співвідношення основних харчових компонентів, що забезпечує підвищену засвоюваність та легкість перетравлення. Були проведені виробничі випробування розробленого продукту. Оцінка якості органолептичних та фізико-хімічних показників готового продукту проводилася за загальноприйнятими методиками.

Було досліджено вплив соєвого ізоляту на якісні характеристики комбінованих варених ковбас, що містять нутове борошно та 10% яловичого жиру. Були досліджені рецептури, що містять яловичину вищого ґатунку та куряче філе у співвідношенні 60:40, на предмет їх фізичних та органолептичних властивостей. Додавання соєвого ізоляту та нутового борошна значно збільшило вміст вологи, волого- та жиростійкість, а також вихід готового продукту, а також зменшило втрати при варінні порівняно з контрольним зразком. Крім того, ковбаси були менш червоними при додаванні щонайменше 5% соєвого ізоляту та нутового борошна. Результати органолептичної оцінки показали, що деякі якісні характеристики світлих ковбас, такі як соковитість та щільність, можна покращити шляхом додавання соєвого ізоляту. Як ковбаси з 3% соєвого ізоляту, так і контрольні світлі ковбаси, були темнішими та щільнішими.

Ключові слова: соєвий ізолят, нутове борошно, варена ковбаса, яловичина, куряча грудка.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.344043**ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЦЕС ОСВІТЛЕННЯ ВИНА (с. 23–37)****Qasil Fataliyev, Elnur Heydarov, Natavan Gadimova, Mehman Ismayilov, Naila Mammadova, Asaf Rushanov**

Об'єктом дослідження є інтенсифікація процесу освітлення вин. Хоча було проведено низку досліджень щодо освітлення вин, вплив ферментів, ультразвуку, мембранного фільтра, ультразвуку та фактора мацерації на інтенсивність освітлення досліджених недостатньо.

Встановлено, що фермент β -глюканаз, порівняно з іншими ферментами, створює основу для більшого зменшення кількості полісахаридів, особливо глюкоманану, у рожевих винах, і що зразок залишається стабільним протягом 10 місяців. Для білих столових вин обробка ферментами пектофоеїдину П 10х та Г 10х з подальшим пастуванням, холодною обробкою та фільтрацією дала кращі результати. Встановлено, що ультразвукова обробка виноматеріалів збільшує вміст ароматичних речовин у складі, колір, кислотність та покращує стабільність вин. Підвищується продуктивність мембранних фільтрів, інтенсифікуються процеси фільтрації та освітлення виноматеріалів. Ультразвукова частота, акустичні коливання, що прикладаються до рідини, збільшують проникність фільтрів та дозволяють їм працювати в режимі самоочищення. Холодна мацерація винограду сортів Мадраса та Мерло при температурі 7–8°C протягом 4 днів перед ферментацією дозволяє отримувати сік з високою щільністю кольору, багатий на загальний вміст антоціанів та фенольних сполук.

Виробництво стабільних вин з використанням ферментів та холодної мацерації, а також інтенсифікація освітлення за допомогою ультразвуку та мембранного фільтрування ультразвуком, вирішує проблему та робить ці дослідження важливими для виробництва. Отримані результати можуть бути використані на заводах та виноробнях.

Ключові слова: ферментні препарати, освітлення, виноматеріал, ультразвук, мембранна фільтрація, холодна мацерація, мономерні антоціани, фенольні сполуки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.345357

РОЗРОБЛЕННЯ ПІДХОДУ ДО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ХЛІБА БЕЗГЛЮТЕНОВОГО НОВИХ РЕЦЕПТУР (с. 38–46)

Н. М. Осокіна, К. В. Костецька, А. А. Кисіль, О. П. Прісс

Об'єкт дослідження – якість хліба безглютенового. В Україні асортимент безглютенових виробів залишається обмеженим. В дослідженні визначали можливість вдосконалення лабораторного оцінювання хліба безглютенового для подальшого визначення раціонального використання безглютенового борошна в хлібопеченні з гарантованою стабільністю структури виробів. Рекомендований підхід до оцінювання якості хліба безглютенового передбачає 5-бальну шкалу оцінки, що містить наступні показники: зовнішній вигляд (форма, поверхня, колір скоринки); стан м'якушки (консистенція, структура, колір); смак; запах. Розроблені коефіцієнти вагомості враховують менший об'єм, пористість виробів із безглютенової сировини у порівнянні з хлібом пшеничним. Поєднання нетрадиційної сировини (борошна кіноа, гречаного, кукурудзяного) з удосконаленою системою оцінювання якості дало змогу не лише розробити конкурентоспроможну рецептуру хліба безглютенового, але й створити уніфікований підхід до контролю його якості. Так, позитивні результати зумовлені високими поживними властивостями кіноа та гречки, а також функціональними характеристиками псиліуму й крохмалю, що компенсують відсутність білків клейковини. Рекомендовано структуроутворювачі – камедь ксантанову, крохмаль і псиліум – та їхню кількість для забезпечення формостійкості й поліпшення текстури виробу. Запропоновані рецептурні співвідношення (борошно кіноа як основна сировина у поєднанні з борошном гречаним та кукурудзяним і додаванням 1,0% порошку псиліуму або 1:3 кількості крохмалю) та вдосконалений підхід до оцінювання можуть бути використані у лабораторній практиці, у промисловому й малому виробництві безглютенових хлібобулочних виробів, а також при розробленні інших видів зерноборошняних продуктів функціонального призначення.

Ключові слова: борошно безглютенове, кіноа, псиліум, оптимізація рецептур хліба, критерії органолептичної оцінки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.343273

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА БЕЗПЕЧНІСТЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ (с. 47–53)

М. М. Самілик, С. П. Боковець, О. В. Коваленко, Т. М. Рижкова, І. В. Гноєвий, Д. М. Грінченко, А. М. Петренко, О. М. Бахмат, У. І. Недільська

Об'єктом даного дослідження є процес оцінки безпечності сільськогосподарської продукції на території поблизу військових дій. Відомо, що військові дії призводять до забруднення екосистеми важкими металами. Проте, не досліджено, чи відбувається забруднення токсичними елементами та радіонуклідами сільськогосподарської продукції на територіях, де не ведуться бойові дії, але спостерігається постійний рух військових повітряних засобів. Дослідження проводилися у 2025 році на території, яке знаходиться в межах 50-кілометрової зони бойових дій. Проаналізовано вміст важких металів у кормах, які використовуються для годівлювання молочної худоби, та молоці, оскільки токсини можуть потрапляти у молоко через корм. Результати показали, що масова частка Pb ($< 0,86 \pm 0,26$ ppm) та Zn ($13,93 \pm 4,32$ мг/кг) у траві в значній мірі перевищує нормативні. Підвищений вміст Zn виявлено і в грубих кормах. Його частка у соломі становила $18,27 \pm 5,49$ мг/кг, а у сіні $8,72 \pm 3,08$ мг/кг. Спостерігається також забруднення коров'ячого молока. У ньому виявлено підвищений рівень Pb у травні ($0,17 \pm 0,08$ мг/кг) та липні ($0,18 \pm 0,09$ мг/кг). Виявлено підвищення рівня Cd у молоці ($0,014 \pm 0,01$ мг/кг). Особливе підвищення частки важких металів у кормах та молоці спостерігалось у травні та липні, коли зросла інтенсивність повітряних загроз на Сумщині. При цьому, що у квітні масова частка Pb у молоці знаходилася в межах допустимих норм і не перевищувала 0,02 ppm. Радіологічні дослідження молока не виявили

забруднення радіонуклідами. Питома активність Cs-137 знаходилася в межах $2,54 \pm 2,54 - 4,25 \pm 2,69$ Бк/кг, а питома активність Sr-90 становила $0,56 \pm 0,56 - 1,13 \pm 0,7$ Бк/кг. Тому, сільськогосподарську продукцію на територіях поблизу зони активних бойових дій не можна вважати безпечною.

Ключові слова: продовольча безпека, важкі метали, радіонукліди, токсичні елементи, сільськогосподарська продукція.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.344558

ВИБІР ГЕЛЕУТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ДОСЯГНЕННЯ ВИСОКОЇ ГОМОГЕННОСТІ КОНЦЕНТРОВАНОГО ПРОДУКТУ З ПЛОДІВ АЙВИ (*Cydonia oblonga*) ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ТЕОРІЇ ГРАФІВ (с. 54–63)

Melahet Ismayilova, Mushfiq Khalilov, Mehriban Maharramova, Maryam Mammadaliyeva, Elza Omarova, Ahad Nabiyeu, Afet Gasimova

Об'єктом дослідження є якість концентрованого продукту з плодів айви. З огляду на широке поширення концентрованих фруктових продуктів, зокрема желе з плодів айви, у різних кліматичних зонах, а також їхню перспективність як лікувально-го й дієтичного продукту, становить інтерес оцінювання якості продукції із застосуванням математичних методів, зокрема теорії графів у технології її перероблення. Відомо, що плоди айви, маючи багатий хімічний склад, істотно вирізняються серед інших плодів приємним ароматом. Ці леткі компоненти переходять у готовий продукт навіть після технологічної обробки сировини. Оскільки желе з плодів отримують шляхом концентрування соку, внаслідок чого формується колоїдна система, виготовлення продукту з використанням гелевої, точніше золь-гель, технології визначається доданими інгредієнтами та параметрами середовища. Перевагою цієї технології є те, що отриманий продукт має більш гомогенний вигляд і приємні органолептичні властивості. В'язкість отриманого продукту за сортами відрізняється незначно і в середньому становить $2,17 \cdot 10^4$ мПа·с, а міцність за Валентом дорівнює 400. За матеріальними потоками витрати на 1 т готового продукту становили 1328 кг.

Структура фруктового желе формується завдяки додаванню до соку драгелітворювальних компонентів. Тому такий продукт не вважається результатом застосування строгого золь-гель методу перероблення, за якого перехід золь в гелеву структуру відбувається внаслідок хімічних реакцій. У фруктовому желе інгредієнти самі формують тривимірну сітчасту структуру, проте не тверду кристалічну. Така сітчаста структура утворюється внаслідок гідролізу пектинових речовин і поліконденсації полігалактуронових кислот з утворенням сольових містків.

Ключові слова: золь, гель, тиксотропія, синерезис, ксерогель, колоїд, граф, вершини, ребро, інцидентність, суміжність.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.343276

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РАХАТ-ЛУКУМУ НА ОСНОВІ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ ПАСТИ З ЯБЛУК, АБРИКОСІВ І ЖИМОЛОСТІ (с. 64–72)

К. Р. Касабова, О. В. Самохвалова, О. І. Болховітина, І. В. Лебедінець, Н. В. Будник, І. В. Чоні, А. О. Скоромна, О. І. Сітковська, С. А. Нужна, О. А. Стукало

Об'єктом дослідження є технологічний процес виробництва рахат-лукуму із використанням плодово-ягідної пасти, виготовленої з яблук, абрикосів та жимолості. Вирішується проблема формування структури, збереження традиційних органолептичних показників якості рахат-лукуму без використання різноманітних добавок, підвищення харчової цінності шляхом використання натуральної плодово-ягідної пасти. Використання природних властивостей зазначеної сировини дає змогу обґрунтувати створення рослинної пасти та впровадити її у технологію рахат-лукуму.

Результатами досліджень встановлено, що запровадження короткочасного концентрування за температури $62...65^{\circ}\text{C}$ забезпечує збереження функціональних компонентів у пасти, яка характеризується динамічною в'язкістю 320 Па·с, вмістом некрохмальних полісахаридів 3,3 г, вітаміну С – 19 мг та вітаміну А – 210 мг.

Введення плодово-ягідної пасти у рецептуру рахат-лукуму сприяє підвищенню його якості. Відзначено зниження вологості з 17,2% до 16,8%, зростання титрованої кислотності з $1,5^{\circ}$ до $1,7^{\circ}$ та збільшення вмісту редуруючих речовин з 22,1% до 22,6%. Структурно-механічні дослідження показали, що міцність дослідного зразка станом на 1, 12 та 24 год становила 21, 38 та 42 кПа відповідно, що перевищує контрольні значення (14, 32 і 38 кПа), тоді як адгезія знизилася з 1,7 до 1,5 кПа. Отримані результати підтверджують ефективність використання плодово-ягідної пасти для створення рахат-лукуму з покращеною текстурою та підвищеною харчовою цінністю.

Запропонована технологія відкриває можливості для створення широкого асортименту натуральних кондитерських виробів з підвищеною функціональністю. Впровадження цієї технології може сприяти розширенню ринку екологічно безпечних солодошів та інтеграції у виробництво продукції з високою конкурентоспроможністю.

Ключові слова: рахат-лукум, плодово-ягідна паста, структуроутворення, реологічні властивості, органолептичні властивості, функціональні інгредієнти.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.347224

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ НА ПОКАЗНИКИ РІДКИХ КОНЦЕНТРАТІВ ДЕМІНЕРАЛІЗОВАНОЇ СИРОВАТКИ (с. 73–80)

А. П. Михалевич, Г. Є. Поліщук, У. Г. Бандура, Р. С. Святненко, О. О. Басс

Об'єкт дослідження – технологія рідких концентратів демінералізованої сироватки. Проблемою, що вирішувалася, було визначення раціональних режимів теплового оброблення рідких концентратів демінералізованої сироватки для підвищення їх функціонально-технологічних властивостей. Пастеризацію рідких концентратів сироватки проводили за наступними режимами: 1 (температура – $70 \pm 2^\circ\text{C}$, тривалість – 3–5 хв), 2 (температура – $80 \pm 2^\circ\text{C}$, тривалість – 3–5 хв), 3 (температура – $90 \pm 2^\circ\text{C}$, тривалість – 3–5 хв).

При підвищенні вмісту сухих речовин від 10 до 40% у концентратах підвищувалася густина, знижувалася активність води та поверхневий натяг, стабілізувалася активна кислотність. Вибір режиму 2 теплового оброблення для концентрату з масовою часткою сухих речовин 40% виявився найбільш раціональним, оскільки він забезпечував баланс між високою ефективністю пастеризації та збереженням якісних характеристик досліджуваного зразка.

З підвищенням концентрації сухих речовин спостерігається істотне зростання ефективної в'язкості. Для концентрата 40% режим 2 забезпечує максимальний рівень тиксотропності – до 75%, що свідчить про значну еластичність та технологічну стабільність продукту.

Аналізуючи амінокислотний склад концентрату 40% за різних режимів пастеризації, спостерігається чітка тенденція зниження вмісту всіх амінокислот із підвищенням температури теплової обробки.

Результати роботи можуть бути використані в якості рекомендацій щодо регулювання технологічних параметрів для отримання стабільних за показниками концентратів сироватки. Отримані пастеризовані концентрати є напівфабрикатами, що можуть бути використані у харчовій промисловості.

Ключові слова: молочна сироватка, тепла обробка, активність води, поверхневий натяг, ефективна в'язкість, тиксотропність системи, показники якості, амінокислотний склад.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.345352

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕРМОРАДІАЦІЙНОЇ СТРІЧКОВОЇ СУШАРКИ З РЕКУПЕРАЦІЄЮ ТА АВТОНОМНОЮ ВЕНТИЛЯЦІЄЮ (с. 81–91)

А. М. Загорулько, І. В. Вороненко, Л. В. Баль-Прилипка, М. В. Рябовол, М. В. Марченко, Т. С. Желева, С. О. Бабасв, Е. Б. Ібаєв

Об'єктом дослідження є процес ІЧ-сушіння органічної сировини та напівфабрикатів змішаного складу. Є проблема цього процесу у недостатній рівномірності сушіння та збереженні біологічно активних речовин. Для усунення проблеми вдосконалено конструкцію шляхом комбінованого теплопідведення плівкоподібного електронагрівача випромінювального типу та кондуктивного сушіння в умовах автономного вентилявання (15...30 Вт). Універсальна конвеєрна стрічка зі змінними модулями розширює асортимент органічної агросировини та напівфабрикатів змішаного складу при низькотемпературному сушінні ($45...65^\circ\text{C}$).

Скорочуються тривалість сушіння на 30...35% із підвищенням залишкового вмісту біологічно активних речовин на 15...20% порівняно з базовим апаратом. Для яблук сорту «Гала» залишковий вміст вітаміну С після ІЧ-сушіння становив $82,0 \pm 3,1$ мг/100 г, що на 20% більше ніж у прототипі ($68,0 \pm 2,5$ мг/100 г). У моркві сорту «Шантане» залишковий вміст β -каротину після ІЧ-сушіння становив $87 \pm 2,5\%$, що на 17% вище, ніж у прототипі ($70 \pm 3\%$). В аронії чорноплодній збереження антоціанів – $92 \pm 3\%$, на відміну від прототипу ($76 \pm 4\%$), у петрушці листовій збереження хлорофілів – $82 \pm 4\%$ (прототип – $65 \pm 5\%$). У м'ясо-рослинних напівфабрикатах збереження антиоксидантної активності – $84 \pm 2\%$ (проти $72 \pm 3\%$). Комбінування плівкоподібного нагріву, рекуперації вторинного теплого повітря, автономної вентиляції за рахунок елементів Пельтьє, сонячного колектору та фотоелектричної панелі з акумуляторною батареєю сприяє ресурсоощадності (20...30%) та стабілізації температурного поля ($\Delta T = 12...18^\circ\text{C}$). Результати підтверджують функціонально-модульні властивості вдосконаленого апарату для системи «від лану до столу» з виробництва функціональних напівфабрикатів високого ступеня готовності.

Ключові слова: низькотемпературне сушіння, мобільна ІЧ-сушарка, уніфікована конвеєрна стрічка, автономна вентиляція, рекуперація вторинного повітря.

DOI: 10.15587/1729-4061.2025.343573

УДОСКОНАЛЕННЯ ВАКУУМ-ВИПАРНОГО АПАРАТА ДЛЯ КОНЦЕНТРУВАННЯ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ СИРОВИНИ (с. 92–100)

О. Є. Загорулько, В. М. Михайлов, А. О. Пак, О. Є. Громов, Н. В. Федак, А. М. Пугач, М. П. Бакіров, К. І. Павлюченко

Об'єктом дослідження є процес тепломасообміну під час уварювання плодово-ягідних паст у вакуум-випарному апараті з мішалкою, яка має обігрівальні лопаті. Удосконалено вакуум-випарний апарат шляхом модернізації системи теплопідведення гнучким

плівкоподібним електронагрівачем випромінювального типу. Нагрівальний елемент рівномірно розміщений по зовнішній поверхні робочої ємності, а уніфікована мішалка має власну нагрівальну поверхню площею $0,7 \text{ м}^2$. Таке рішення забезпечує не лише стабільне теплове поле по всьому об'єму апарата, а також скорочує час виходу системи на робочий режим. Крім того, це рішення дозволяє знизити інерційність процесу нагрівання, підвищити ресурсоощадність та уникнути локального перегріву продукту, що є особливо важливим при уварюванні термолабільних плодово-ягідних мас.

Проведено апробацію процесу уварювання напівфабрикату з яблук, зізіфусу та чорниці. Встановлено, що при температурі 25°C паста з масовою часткою сухих речовин 30% має коефіцієнт динамічної в'язкості $428 \text{ Па}\cdot\text{с}$, який в 1,5 рази вище, ніж у пюре з 15% сухих речовин ($290 \text{ Па}\cdot\text{с}$). Визначено, що в умовах уварювання за температур $52\dots 55^\circ\text{C}$ при залишковому тиску $13\dots 16 \text{ кПа}$ ефективна в'язкість продукту з вмістом сухих речовин від 15 до 30% має межі $12\dots 28 \text{ Па}\cdot\text{с}$ (швидкість зсуву 1 с^{-1}). Перехідна характеристика під час нагрівання в удосконаленого апарата порівняно з базовим менше на 30%. Показники металоємності удосконаленої конструкції зменшено на 45%, а час уварювання плодово-ягідного пюре (від 15% до 30% сухих речовин) скорочено на 16%, що пояснюється збільшенням нагрівальної поверхні до значення $4,4 \text{ м}^2$. Питомі витрати тепла на нагрівання системи зменшилися з $134,5$ до 119 кДж/кг , що підтверджує позитивний ефект від запропонованого в роботі конструктивного рішення.

Ключові слова: вакуум-випарний апарат, плівковий електронагрівач, концентрування, плодово-ягідна паста, мішалка з нагрівальними лопатями.