

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284810

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF GERMINATED FLAXSEED USING PLASMA-CHEMICALLY ACTIVATED AQUEOUS SOLUTIONS (p. 6–19)**Olena Kovaliova**

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9508-2701>**Natalia Vasylieva**

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4100-0659>**Serhii Stankevych**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8300-2591>**Inna Zabrodina**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8122-9250>**Oleksandra Mandych**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4375-2208>**Tatyana Hontar**

Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0758-1752>**Ivan Haliasnyi**

Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4195-9694>**Oleh Kotliar**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4818-4967>**Oleksandr Yanchyk**

National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute»,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1214-4883>**Oleg Bogatov**

Kharkiv National Automobile and Highway University,

Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7342-7556>

The result of the research is the development of a technology for the production of germinated flaxseed using plasma-chemically activated aqueous solutions. The object of research was flaxseed. An urgent technological problem is the intensification of the bioactivation process of flaxseed and its effective disinfection. The expediency of using plasma-chemically activated aqueous solutions as an intensifier of the process of flaxseed germination and an effective disinfectant of food raw materials was experimentally proven. It is shown that the use of plasma-chemical activation of process solutions not only accelerates flaxseed germination, but also contributes to a more active accumulation of biologically valuable components in flax raw materials. The composition of flaxseed as a raw material derivative was analyzed. Germinated flaxseed, which is considered a high-value component of food products, was studied separately. An increase in the moisture content of flaxseed during the

soaking process by 0.7–1.7 % was recorded. Seedling development increases by 2–9 mm. The germination energy and capacity increase by 5–12 %. The biomass of germinated seeds increases by 39–56 %. In the process of germination, the content of proteins in flaxseed increases from 21.88 to 23.71 %, reducing sugars from 2.37 to 4.02 % compared to the control, and 10 times compared to the raw material. A significant accumulation of vitamins was noted: B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₇, B₉, C, E. In addition, plasma-chemically activated solutions effectively disinfect germinated flaxseed.

The technology can be applied in the production of enrichment components of food products. The developed technology will receive special attention in the production of functional food products.

Keywords: flaxseed, plasma-chemical activation, germination, germinated seeds, biologically active substances.

References

1. Kraevska, S., Yeshchenko, O., Stetsenko, N. (2019). Optimization of the technological process of flax seed germination. *Food Science and Technology*, 13 (3). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i3.1453>
2. Gutiérrez, C., Rubilar, M., Jara, C., Verdugo, M., Sineiro, J., Shene, C. (2010). Flaxseed and flaxseed cake as a source of compounds for food industry. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 10 (4), 454–463. doi: <https://doi.org/10.4067/s0718-95162010000200006>
3. Sebei, K., Debez, A., Herchi, W., Boukhchina, S., Kallel, H. (2007). Germination kinetics and seed reserve mobilization in two flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars under moderate salt stress. *Journal of Plant Biology*, 50 (4), 447–454. doi: <https://doi.org/10.1007/bf03030681>
4. Wang, H., Wang, J., Guo, X., Brennan, C. S., Li, T., Fu, X. et al. (2016). Effect of germination on lignan biosynthesis, and antioxidant and antiproliferative activities in flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *Food Chemistry*, 205, 170–177. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.001>
5. Katare, C., Saxena, S., Agrawal, S., Prasad, G. (2012). Flax Seed: A Potential Medicinal Food. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 02 (01). doi: <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000120>
6. Gutte, K. B., Sahoo, A. K., Ranveer, R. C. (2015). Bioactive Components of Flaxseed and its Health Benefits. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 31 (1), 42–51. Available at: https://www.researchgate.net/publication/273441906_Bioactive_Components_of_Flaxseed_and_its_Health_Benefits
7. Kraevska, S., Stetsenko, N., Korol, O. (2017). Comparing Between The Amino Acid Composition Of Flax Seeds Before And After Germination. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 253–257. doi: <https://doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.253-257>
8. Singh, K. K., Mridula, D., Rehal, J., Barnwal, P. (2011). Flaxseed: A Potential Source of Food, Feed and Fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51 (3), 210–222. doi: <https://doi.org/10.1080/10408390903537241>
9. Edel, A. L., Aliani, M., Pierce, G. N. (2015). Stability of bioactives in flaxseed and flaxseed-fortified foods. *Food Research International*, 77, 140–155. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.035>
10. Ghosal, S., Bhattacharyya, D. K., Bhowal, J. (2022). Production, characterization, and storage stability of nutritionally enriched

- flaxseed-based spread. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46 (5). doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.16574>
11. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51 (9), 1633–1653. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
 12. Kovalova, O., Vasylieva, N., Stankevych, S., Zabrodina, I., Haliasnyi, I., Gontar, T. et al. (2023). Determining the effect of plasmochemically activated aqueous solutions on the bioactivation process of sea buckthorn seeds. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (122)), 99–111. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275548>
 13. Minevich, I. E., Nechiporenko, A. P., Goncharova, A. A., Sitnikova, V. E. (2021). Dynamics of macronutrients during short-term germination of flax seeds. *Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology*, 11 (3), 449–459. doi: <https://doi.org/10.21285/2227-2925-2021-11-3-449-459>
 14. Herchi, W., Bahashwan, S., Sebei, K., Ben Saleh, H., Kallel, H., Boukhchina, S. (2015). Effects of germination on chemical composition and antioxidant activity of flaxseed (*Linum usitatissimum*) oil. *Grasas y Aceites*, 66 (1), e057. doi: <https://doi.org/10.3989/gya.0463141>
 15. Villeneuve, S., Power, K. A., Guévremont, E., Mondor, M., Tsao, R., Wanasundara, J. P. D. et al. (2014). Effect of a Short-Time Germination Process on the Nutrient Composition, Microbial Counts and Bread-Making Potential of Whole Flaxseed. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39 (6), 1574–1586. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.12385>
 16. Wu, Y., Wang, H., Wang, Y., Brennan, C. S., Anne Brennan, M., Qiu, C., Guo, X. (2020). Comparison of lignans and phenolic acids in different varieties of germinated flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 56 (1), 196–204. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14619>
 17. Li, X., Li, J., Dong, S., Li, Y., Wei, L., Zhao, C. et al. (2019). Effects of germination on tocopherol, secoisolariciresinol diglucoside, cyanogenic glycosides and antioxidant activities in flaxseed (*Linum usitatissimum*L.). *International Journal of Food Science & Technology*, 54 (7), 2346–2354. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14098>
 18. Kajla, P., Sharma, A., Sood, D. R. (2014). Flaxseed – a potential functional food source. *Journal of Food Science and Technology*, 52 (4), 1857–1871. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1293-y>
 19. Liu, J., Shim, Y. Y., Tse, T. J., Wang, Y., Reaney, M. J. T. (2018). Flaxseed gum a versatile natural hydrocolloid for food and non-food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 75, 146–157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.01.011>
 20. Bekhit, A. E.-D. A., Shavandi, A., Jodjaja, T., Birch, J., Teh, S., Mohamed Ahmed, I. A. et al. (2018). Flaxseed: Composition, detoxification, utilization, and opportunities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13, 129–152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2017.11.017>
 21. Kurt, O. (2012). A predictive model for the effects of temperature on the germination period of flax seeds (*Linum usitatissimum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36 (6), 654–658. doi: <https://doi.org/10.3906/tar-1202-13>
 22. Bayat, M., Zargar, M., Murtazova, K. M.-S., Nakhaev, M. R., Shkurkin, S. I. (2022). Ameliorating Seed Germination and Seedling Growth of Nano-Primed Wheat and Flax Seeds Using Seven Biogenic Metal-Based Nanoparticles. *Agronomy*, 12 (4), 811. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy12040811>
 23. Kovaliova, O., Chursinov, Y., Kalyna, V., Khromenko, T., Kunitsia, E. (2020). Investigation of the intensive technology of food sprouts using organic acids. *EUREKA: Life Sciences*, 2, 45–53. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2020.001204>
 24. Pivovarov, O., Kovaliova, O. (2019). Features of grain germination with the use of aqueous solutions of fruit acids. *Food Science and Technology*, 13 (1). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v13i1.1334>
 25. Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A. et al. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 61–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
 26. Pivovarov, O., Kovaliova, O., Koshulko, V. (2020). Effect of plasmochemically activated aqueous solution on process of food sprouts production. *Ukrainian Food Journal*, 9 (3), 576–587. doi: <https://doi.org/10.24263/2304-974x-2020-9-3-7>
 27. Kovaliova, O., Pivovarov, O., Koshulko, V. (2020). Study of hydrothermal treatment of dried malt with plasmochemically activated aqueous solutions. *Food Science and Technology*, 14 (3). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v14i3.1799>
 28. Pivovarov, O., Kovaliova, O., Khromenko, T., Shuliakevych, Z. (2017). Features of obtaining malt with use of aqueous solutions of organic acids. *Food Science and Technology*, 11 (4). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v11i4.728>
 29. Fang, Y., Franke, C., Manthei, A., McMullen, L., Temelli, F., Gänzle, M. G. (2021). Effects of high-pressure carbon dioxide on microbial quality and germination of cereal grains and beans. *The Journal of Supercritical Fluids*, 175, 105272. doi: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2021.105272>
 30. Zhao, Y., Patange, A., Sun, D., Tiwari, B. (2020). Plasma-activated water: Physicochemical properties, microbial inactivation mechanisms, factors influencing antimicrobial effectiveness, and applications in the food industry. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19 (6), 3951–3979. doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12644>
 31. Bourke, P., Ziuzina, D., Boehm, D., Cullen, P. J., Keener, K. (2018). The Potential of Cold Plasma for Safe and Sustainable Food Production. *Trends in Biotechnology*, 36 (6), 615–626. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2017.11.001>
 32. Lin, C.-M., Chu, Y.-C., Hsiao, C.-P., Wu, J.-S., Hsieh, C.-W., Hou, C. Y. (2019). The Optimization of Plasma-Activated Water Treatments to Inactivate *Salmonella* Enteritidis (ATCC 13076) on Shell Eggs. *Foods*, 8 (10), 520. doi: <https://doi.org/10.3390/foods8100520>
 33. Pivovarov, O. A., Kovaleva, O. S., Chursinov, J. O. (2020). Prevention of biofouling of industrial reverse water supply systems by plasma water treatment. 3rd International Scientific and Technical Internet Conference “Innovative development of resource-saving technologies and sustainable use of natural resources”. Petroșani: UNIVERSITAS Publishing, 50–52. Available at: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/5295>
 34. Pivovarov, O., Kovalova, O., Koshulko, V., Aleksandrova, A. (2022). Study of use of antiseptic ice of plasma-chemically activated aqueous solutions for the storage of food raw materials. *Food Science and Technology*, 15 (4). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v15i4.2260>
 35. Kovaliova, O., Pivovarov, O., Kalyna, V., Tchoursinov, Y., Kunitsia, E., Chernukha, A. et al. (2020). Implementation of the plasmochemical activation of technological solutions in the process of ecologization of malt production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (10 (107)), 26–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.215160>
 36. Pivovarov, O., Kovaliova, O., Koshulko, V. (2022). Effect of plasma-chemically activated aqueous solutions on the process of disinfection

of food production equipment. *Food Science and Technology*, 16 (3). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v16i3.2392>

37. Greene, W. (2017). *Econometric Analysis*. London: Pearson Learning Solutions, 1176.
38. Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Boston, MA: Cengage Learning, 910.
39. Erkmen, O. (2022). *Microbiological analysis of foods and food processing environments*. Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/c2021-0-01219-0>
40. Vasylieva, N. (2013). Forecasting of prices in the field of crops-growing in Ukraine and regions. *Economic Annals-XXI*, 11-12 (2), 26–29. Available at: <http://ea21journal.world/index.php/ea-v136-07/>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285444
IMPROVING THE STORAGE TECHNOLOGY OF
PERSIMMON FRUIT (*Diospyros kaki* L.) IN THE
REFRIGERATION CHAMBER (p. 20–36)

Yashar Omarov

University of Technology of Azerbaijan, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6905-5630>

Sevda Gurbanova

University of Technology of Azerbaijan, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1983-5166>

Ulduz Babayeva

University of Technology of Azerbaijan, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7056-3798>

Gultakin Gasimova

Ganja State University, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2876-4155>

Elnur Heydarov

University of Technology of Azerbaijan, Ganja, Azerbaijan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7643-7746>

Afet Gasimova

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

Ahad Nabiye

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

Persimmon fruits (*Diospyros kaki* L.) attract the attention of researchers due to their high nutritional and medicinal value. The composition of persimmon is rich in nutrients. The object of research is the storage technology of persimmon. Fully ripe persimmon varieties Khachia and Khiakume were used as research material. If the activity of enzymes is inhibited or reduced during refrigerated storage using a controlled gas environment, then the consumption of nutrients for respiration will decrease, and the fruits will retain their original appearance. The persimmon varieties used were stored in refrigerators for 5 months in five variants. In persimmon fruits of both varieties, quantitative changes in the main indicators during refrigerated storage were studied. The regularities of changes in the activity of enzymes of the oxidoreductase class depending on the composition of the controlled gas medium and the content of phenolic compounds were considered.

As a result of the analyzes, a rational regime for storing persimmon varieties in a refrigerator under CGE conditions with a gas composition of 3–4 % CO₂ and 2–3 % O₂, a temperature of –2...–3 °C and an air humidity of 90–95 % was determined. During the storage period, the activity of all enzymes, except for ascorbate oxidase,

completely ceased (except for the catalase enzyme in the Khachia variety). During long-term storage of the Khachia variety in a refrigerator, the activity of the enzyme ascorbate oxidase decreased by 94 %, o-diphenol oxidase and peroxidase decreased by 100 %, catalase by 95.5 %. Ascorbate oxidase activity decreased by 94.5 % in persimmon fruits of the Khiakume variety, and the activity of other enzymes was completely inhibited. To achieve this result, it is important that the activity of oxidoreductases decreases or passes into an inhibitory state. The results make it possible to regulate the quality indicators of persimmon varieties depending on their storage modes and use them to provide people with fresh fruits not seasonally but for a long time.

Keywords: persimmon varieties – Khachia, Khiakume, oxidoreductases, total sugar, phenolic compounds.

References

1. Gordeeva, A. V. (2008). Reshenie problem provodov'stvennoy bezopasnosti. *Mir Agrobiznesa*, 1, 4–6.
2. Dostiyari, E. N., Nəbiyev, Ə. Ə. (2010). Xurma meyvəsindən müxtəlif çeşiddə qida məhsulları istehsalı texnologiyasının tədqiqi. *Bakı: Elm*, 180. Available at: <https://genderi.org/ee-nebiyev-e-n-dostiyari-xurma-meyvesinden-muxtelif-cesidde-qi.html>
3. Kurbanova, S. O., Nabiye, A. A. (2016). The research of the phenolic compound in to persimmon fruits during long term storage. *Vestnik of the Russian agricultural science*, 6, 65–67. Available at: <http://www.vestnik-rsn.ru/vrsn/article/view/344>
4. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Savenko, O., Cherniavska, T. (2022). Development of bread technology with high biological value and increased shelf life. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (116)), 52–57. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255605>
5. Gurbanov, N., Yusifova, M., Tagiyev, M., Nasrullayeva, G., Kazimova, İ. (2023). Determining the qualitative parameters of powder from the stalks of garden purslane (*Portulaca oleracea* L.) and its application in the production of functional bakery products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (121)), 69–77. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274202>
6. Morajkar, P., Naik, M. (Eds.) (2023). *Advances in Nano and Biochemistry*. Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/c2021-0-02735-8>
7. Gurbanova, S. O., Babayeva, U. A., Gasimova, A. A., Tağıyev, M. M., Nabiye, A. A. (2018). The study of biochemical indices of persimmon fruit under various storage conditions. *Sylwan*, 162 (4), 175–187. Available at: <https://sylwan.ibles.org/archive.php?v=162&i=4>
8. Bagirzadeh, A., Omarov, Y., Hacıyeva, A., Gurbanova, S., Gasimova, A., Ismayilov, M., Nabiye, A. (2023). Improvement of the production technology of tokay wines based on the revealed effect of enzyme activity on the quality of grape variety. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (122)), 49–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.276251>
9. Pesterev, M. A., Lavrukhin, M. A. (2022). Creation of Semi-Finished Products with a High Content of Micronutrients Based on Fruit and Vegetable Raw Materials. *Storage and Processing of Farm Products*, 4, 25–29. doi: <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.376>
10. Babaeva, U. A., Kasumova, A. A., Nabiev, A. A. (2015). Issledovanie kachestvennykh pokazateley sokov, poluchennykh iz plodov khurmy vostochnoy (*Diospyros kaki* L.). *Slovak University of Agriculture in Nitra Research Center AgroBioTech, Agribiodiversity for improving nutrition, health and life quality, Part I*, Nitra, 33–36.
11. Shingisov, A. U. (2023). Method of calculating the intensity of moisture evaporation during vacuum drying of fruits. *Food Processing Industry*, 6, 60–62. doi: <https://doi.org/10.52653/ppi.2023.6.6.019>

12. Kurbanova, S. O., Nabiev, A. A. (2017). Khranenie plodov khurmy v reguliruemoy gazovoy srede. Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya, 1, 29–32. Available at: <https://foodprom.ru/journals/khranenie-i-pererabotka-selkhozsyrya/1035-khranenie-i-pererabotka-selkhozsyrya-1-2017>
13. Nikitin, A. L., Makarkina, M. A., Galasheva, A. M. (2023). The Effect of the Temperature Regime of Storage on Losses from Functional Disorders and the Intensity of Surface Damage to Apple Fruits by Scald. Storage and Processing of Farm Products, 1, 28–32. doi: <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.338>
14. Bagirzade, A. S., Omarov, Ya. A., Nabiev, A. A. (2023). Comparative Study of Qualitative Indicators of Grape Varieties Used in the Production of Tokay-type Wines. Beer and beverages, 1, 39–42. doi: <https://doi.org/10.52653/pin.2023.01.01.008>
15. Kazimova, I., Nabiyeu, A., Omarova, E. (2021). Determining the pectinesterase enzyme activity when storing table grape varieties depending on the degree of ripening. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (11 (114)), 43–51. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.247963>
16. Nilova, L. P., Malyutenkova, S. M., Lebedeva, P. S. (2023). Evaluation of Antioxidant Properties of Commercial Pomegranate Juices. Storage and Processing of Farm Products, 1, 38–43. doi: <https://doi.org/10.36107/spfp.2023.401>
17. Kazimova, I., Nabiyeu, A. (2022). Determining quality indicators of table grape varieties during storage in a refrigerating chamber in different variants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (11 (120)), 34–43. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.268025>
18. Bayramov, E., Aliyev, S., Gasimova, A., Gurbanova, S., Kazimova, I. (2022). Increasing the biological value of bread through the application of pumpkin puree. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (116)), 58–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.254090>
19. Zhu, W., Jia, Y., Peng, J., Li, C. (2018). Inhibitory Effect of Persimmon Tannin on Pancreatic Lipase and the Underlying Mechanism in Vitro. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 66 (24), 6013–6021. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b00850>
20. Zagirov, N. G., Gabibov, T. G., Gabibov, G. T. (2020). Tekhnologicheskaya i biokhimicheskaya otsenka plodov khurmy vostochnoy dlya ispol'zovaniya v pischevoy promyshlennosti. Materialy X Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Povyshenie kachestva i bezopasnosti pischevykh produktov». Makhachkala: Dagestanskiy gosudarstvennyy tekhnicheskii universitet, 88–96.
21. Kuznetsova, E. A., Cherepnina, L. V. (2013). Fermenty: struktura, svoystva i primenenie. Orel: FGBOU VPO «Gosuniversitet - UNPK», 175.
22. Gerzhikova, V. G. (Ed.) (2009). Metody tekhnokhimicheskogo kontrolya. Simferopol': Tavrida, 304.
23. Flamini, R., Traldi, P. (2009). Mass Spectrometry in Grape and Wine Chemistry. Wiley & Sons. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470552926>
24. Nabiyeu, Ə. Ə., Həsənova, N. R., Tağıyev, M. M., Abadov, M. K., Əhmədova, M. İ. (2008). Qida məhsulları texnologiyasının nəzəri əsasları. Bakı: Elm, 248.
25. Novikov, N. N., Tarazanova, T. V. (2012). Laboratornyy praktikum po biokhimii rasteniy. Moscow: Izdatel'stvo RGAU-MSKhA imeni K.A. Timiryazeva, 97.
26. Mikayilov, V. Ş. (2012). Qida məhsullarının dequstasiyası. Bakı: Kooperasiya nəşriyyatı, 384.
27. Koltsov, R. P., Iosifov, A. I., Shcherbakov, S. Yu. (2022). Features of vacuum drying of fruits and vegetables. Nauka i obrazovanie, 5 (2), 159–163.
28. Shingisov, A., Alibekov, R., Evlash, V., Yerkebayeva, S., Mailybayeva, E., Tastemirova, U. (2023). Creation of a methodology for determining the intensity of moisture evaporation within vacuum drying of fruits. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (11 (121)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.273709>
29. Zherukov, T. B., Kumakhov, A. A., Gadieva, A. A., Shibzukhov, Z. G. S., Zherukova, S. B. (2022). Application of modified gas media during fruit storage. International agricultural journal, 1, 43–56. doi: https://doi.org/10.55186/25876740_2022_6_1_4
30. Liu, Y., Sabadash, S., Duan, Z., Deng, C. (2022). The influence of different drying methods on the quality attributes of beetroots. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (11 (117)), 60–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258049>
31. Pusik, L., Pusik, V., Bondarenko, V., Gaevaya, L., Kyruchina, N., Kuts, O. et al. (2022). Determining carrot preservation depending on the root quality and size, as well as on storage techniques. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (11 (115)), 26–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251785>
32. Pusik, L., Pusik, V., Lyubymova, N., Bondarenko, V., Rozhov, A., Sergienko, O. et al. (2019). Preservation of parsnip root vegetable depending on the degree of ripeness, varietal features, and storage techniques. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (11 (97)), 34–41. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.155313>
33. Iskakova, G., Kizatova, M., Baiysbayeva, M., Azimova, S., Izembayeva, A., Zharylkassynova, Z. (2021). Justification of pectin concentrate safe storage terms by pectin mass ratio. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4 (11(112)), 25–32. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.237940>
34. Osokina, N., Kostetska, K., Herasymchuk, O., Tkachenko, H., Podpriatov, H., Pusik, L. et al. (2021). Development of temperature regime of storage of frozen black currants. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2 (11 (110)), 33–40. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.230139>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285132

DETERMINING THE EFFECT OF RAW MATERIALS MOISTURE AND LIPID CONTENT ON the TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF the EXTRUDED PROTEIN-FAT SYSTEM (p. 37–46)

Victoriia Papchenko

Ukrainian Scientific Research Institute of Oils and Fats of the National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3692-0699>

Galyna Stepankova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7969-5671>

Olena Karatieieva

Mykolayiv National Agrarian University, Mykolayiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0652-1240>

Iryna Balandina

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3964-4447>

Denys Shapovalenko

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4668-8149>

Andrii Kariuk

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv,
Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7954-5625>

Yevhenii Statyuka

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1536-2031>

Olha Bakumenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1625-7401>

Andrii Melnyk

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7318-6262>

Serhii Horbas

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3768-8833>

The way to solve the problem of correcting technological indicators, in particular porosity and moisture content, in extruded protein-fat systems based on soybean, rapeseed, hemp meal, and corn grits is considered. The peculiarity of the work is the substantiation of the rational ratio of the content of moisture and lipids in the raw components of the extrudate, which is an important aspect of rationalizing the composition and improving the texture of innovative extruded products based on the specified raw materials.

The object of the research is technological indicators, in particular the porosity and moisture content of the extruded protein-fat system, depending on the moisture and lipid content in the raw components. A rational ratio of moisture content (10.5...12.5 %) and lipids (3.5...5.0 %) in the raw material for the extruded protein-fat system was determined. The use of refined palm olein as an oil product resistant to oxidative deterioration, which should be added to raw components in order to correct the technological properties of the finished product, is substantiated.

The developed protein-fat system of reasonable composition has an advantage over a commercial similar product in terms of crude protein content (29.0 % vs. 8.2 %), porosity (130.0 % vs. 105.0 %) and cost (\$ 916/t vs. \$ 2,798/t). The obtained data are explained by the fact that a complex of components was used, some of which are production waste, with reasonable moisture and lipid content, which improved the technological characteristics of the extrudate. An applied aspect of using this scientific result is the possibility of rationalizing the extrusion process of oilseed meal to achieve the desired texture, porosity and stability of the lipid component of the product.

Keywords: extrusion, protein-fat system, meal, corn grits, moisture content, lipid content, porosity.

References

- Sokolov, V. M., Gorbenko, V. V., Vinnik, I. A., Mekhed, O. M. (2006). Processing the Ni- And Cr-bearing oxidized scarfing granulates with liquid cast iron. Extraction and Processing Division: Sohn International Symposium, 1, 453–462.
- Danchenko, Y., Andronov, V., Barabash, E., Obigenko, T., Rybka, E., Meleshchenko, R., Romin, A. (2017). Research of the intramolecular interactions and structure in epoxyamine composites with dispersed oxides. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (12 (90)), 4–12. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118565>
- Vambol, S., Bogdanov, I., Vambol, V., Suchikova, Y., Lopatina, H., Tsybuliak, N. (2017). Research into effect of electrochemical etching conditions on the morphology of porous gallium arsenide. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (5 (90)), 22–31. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118725>
- Vambol, S., Vambol, V., Kondratenko, O., Koloskov, V., Suchikova, Y. (2018). Substantiation of expedience of application of high-temperature utilization of used tires for liquefied methane production. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 87 (2), 77–84. doi: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.2830>
- Kovaliova, O., Tchoursinov, Y., Kalyna, V., Koshulko, V., Kunitsia, E., Chernukha, A. et al. (2020). Identification of patterns in the production of a biologically-active component for food products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (104)), 61–68. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.200026>
- Loboichenko, V. M., Vasyukov, A. E., Tishakova, T. S. (2017). Investigations of Mineralization of Water Bodies on the Example of River Waters of Ukraine. *Asian Journal of Water, Environment and Pollution*, 14 (4), 37–41. doi: <https://doi.org/10.3233/ajw-170035>
- Sadkovyi, V., Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Rud, A. et al. (2020). Construction of a method for detecting arbitrary hazard pollutants in the atmospheric air based on the structural function of the current pollutant concentrations. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (10 (108)), 14–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.218714>
- Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Krainiukov, O., Maksymenko, N., Meleshchenko, R. et al. (2020). Mathematical model of determining a risk to the human health along with the detection of hazardous states of urban atmosphere pollution based on measuring the current concentrations of pollutants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (10 (106)), 37–44. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.210059>
- Vambol, S., Vambol, V., Sychikova, Y., Deyneko, N. (2017). Analysis of the ways to provide ecological safety for the products of nanoh technologies throughout their life cycle. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (85)), 27–36. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.85847>
- Vambol, S., Bogdanov, I., Vambol, V., Suchikova, Y., Kondratenko, O., Hurenko, O., Onishchenko, S. (2017). Research into regularities of pore formation on the surface of semiconductors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (5 (87)), 37–44. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.104039>
- Petik, I., Litvinenko, O., Kalyna, V., Ilinska, O., Raiko, V., Filenko, O. et al. (2023). Development of extruded animal feed based on fat and oil industry waste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (122)), 112–120. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.275509>
- Wallace, T., Gibbons, D., O'Dwyer, M., Curran, T. P. (2017). International evolution of fat, oil and grease (FOG) waste management – A review. *Journal of Environmental Management*, 187, 424–435. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.11.003>
- Tsykhanovska, I., Evlash, V., Alexandrov, A., Lazariyeva, T., Svidlo, K., Gontar, T. et al. (2018). Substantiation of the mechanism of interaction between biopolymers of ryeandwheat flour and the nanoparticles of the magnetofood food additive in order to improve moistureretaining capacity of dough. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (92)), 70–80. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.126358>
- Danchenko, Y., Andronov, V., Kariyev, A., Lebedev, V., Rybka, E., Meleshchenko, R., Yavorska, D. (2017). Research into surface properties of disperse fillers based on plant raw materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (12 (89)), 20–26. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.111350>

15. Petik, I., Belinska, A., Kunitsia, E., Bochkarev, S., Ovsiannikova, T., Kalyna, V. et al. (2021). Processing of ethanol-containing waste of oil neutralization in the technology of hand cleaning paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (10 (109)), 23–29. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.225233>
16. Singh, S., Gamlath, S., Wakeling, L. (2007). Nutritional aspects of food extrusion: a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 42 (8), 916–929. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01309.x>
17. Papchenko, V., Matveeva, T., Bochkarev, S., Belinska, A., Kunitsia, E., Chernukha, A. et al. (2020). Development of amino acid balanced food systems based on wheat flour and oilseed meal. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (105)), 66–76. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203664>
18. Sentís-Moré, P., Ortega-Olivé, N., Mas-Capdevila, A., Romero-Fabregat, M.-P. (2022). Impact of centrifugation and vacuum filtration step on the yield and molecular weight distribution of protein hydrolysates from rapeseed and sunflower meals. *LWT*, 165, 113741. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113741>
19. Malomo, S. A., Aluko, R. E. (2015). Conversion of a low protein hemp seed meal into a functional protein concentrate through enzymatic digestion of fibre coupled with membrane ultrafiltration. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 31, 151–159. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.08.004>
20. Kamali Rousta, L., Bodbodak, S., Nejatian, M., Ghandehari Yazdi, A. P., Rafiee, Z., Xiao, J., Jafari, S. M. (2021). Use of encapsulation technology to enrich and fortify bakery, pasta, and cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 688–710. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.029>
21. Singh, J. P., Kaur, A., Singh, B., Singh, N., Singh, B. (2019). Physicochemical evaluation of corn extrudates containing varying buckwheat flour levels prepared at various extrusion temperatures. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (4), 2205–2212. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03703-y>
22. Mazaheri Tehrani, M., Ehtiati, A., Sharifi Azghandi, S. (2017). Application of genetic algorithm to optimize extrusion condition for soy-based meat analogue texturization. *Journal of Food Science and Technology*, 54 (5), 1119–1125. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2524-9>
23. Zhang, B., Liu, G., Ying, D., Sanguansri, L., Augustin, M. A. (2017). Effect of extrusion conditions on the physico-chemical properties and in vitro protein digestibility of canola meal. *Food Research International*, 100, 658–664. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.060>
24. Mridula, D., Sethi, S., Tushir, S., Bhadwal, S., Gupta, R. K., Nanda, S. K. (2017). Co-extrusion of food grains-banana pulp for nutritious snacks: optimization of process variables. *Journal of Food Science and Technology*, 54 (9), 2704–2716. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2707-4>
25. Saldanha do Carmo, C., Varela, P., Poudroux, C., Dessev, T., Myhrer, K., Rieder, A. et al. (2019). The impact of extrusion parameters on physicochemical, nutritional and sensorial properties of expanded snacks from pea and oat fractions. *LWT*, 112, 108252. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108252>
26. Zahari, I., Purhagen, J. K., Rayner, M., Ahlström, C., Helstad, A., Landers, M. et al. (2023). Extrusion of high-moisture meat analogues from hempseed protein concentrate and oat fibre residue. *Journal of Food Engineering*, 354, 111567. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111567>
27. Delgado, E., Valles-Rosales, D. J., Flores, N. C., Reyes-Jáquez, D. (2021). Evaluation of fish oil content and cottonseed meal with ultralow gossypol content on the functional properties of an extruded shrimp feed. *Aquaculture Reports*, 19, 100588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2021.100588>
28. Rashid, M. T., Liu, K., Han, S., Jatoi, M. A., Sarpong, F. (2023). Optimization of Extrusion Treatments, Quality Assessments, and Kinetics Degradation of Enzyme Activities during Storage of Rice Bran. *Foods*, 12 (6), 1236. doi: <https://doi.org/10.3390/foods12061236>
29. Plastivtsi ekstrudovani multyzlakovi «Molodist». Available at: <https://prom.ua/ua/p1521753798-hlopya-ekstrudirovannyye-multi-zlakovyie.html>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.286323
SAUSAGE TECHNOLOGY FOR FOOD
SUSTAINABILITY: RECIPE, COLOR, NUTRITION,
STRUCTURE (p. 47–58)

Liu Yan

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
 Hezhou University, Hezhou, China
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6322-7013>

Anna Helikh

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3769-1231>

Andrii Filon

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0237-2185>

Duan Zhenhua

Hezhou University, Hezhou, China
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9283-3629>

Food sustainability is a new concept of sustainability, which is complemented by the criteria of culture, eating traditions and food availability. However, the technology of sausage products was not created for the criteria of food sustainability. Technology was developed using dietary, local, seasonal and economically available semi-finished products with a long shelf life, which is a component of food sustainability, public health and zero hunger. Dried semi-finished products from beets and snails are used as a food coloring, a source of nitrites, complete protein, unsaturated fatty acids and minerals. Research shows the technology of red sausages, which is based on white sausages in Poland (Biała kiełbasa) and Germany (Weißwurst) and its analysis in terms of food sustainability. Dried beetroot was added to recipe in amount of 0 % (B0), 0.5 % (B1), 1.0 % (B2), 1.5 % (B3), 2.0 % (B4) and 2.5 % (B5) to chicken fillet. Pork rind is replaced in recipe with snail powder 0 % (B0), 15 % (B1), 30 % (B2), 45 % (B3), 60 % (B4) and 75 % (B5). Color of red sausages for B3 was best combined with Ukrainian cuisine. Texture profile analysis for B3 had similar values to B0 for chewiness at 306.6. Overall acceptability of B3 was higher than B0 by 8.92 % and amounted to 8.67. Physicochemical indicators for B3, such as pH 5.81, peroxide value 0.248 g/100 g and thiobarbituric acid reactive substances 0.667 mg/100 g were better than B0. For B3 moisture content was 57.81 %, protein 15.72 %, ash 3.36 % and fat 3.40 %. This research is development of method for production of other food products to meet the criteria of food sustainability. Red sausages can be used for food in households, restaurants, fairs and festivals.

Keywords: sustainability, food systems, European cuisine, dried beet, snail powder, recipe optimization, meat products.

References

- Brons, A., Oosterveer, P. (2017). Making Sense of Sustainability: A Practice Theories Approach to Buying Food. *Sustainability*, 9 (3), 467. doi: <https://doi.org/10.3390/su9030467>
- Sirdey, N., David-Benz, H., Deshons, A. (2023). Methodological approaches to assess food systems sustainability: A literature review. *Global Food Security*, 38, 100696. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2023.100696>
- Zhu, Z., Duan, J., Dai, Z., Feng, Y., Yang, G. (2023). Seeking sustainable solutions for human food systems. *Geography and Sustainability*, 4 (3), 183–187. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2023.04.001>
- Polyak, E., Breitenbach, Z., Frank, E., Mate, O., Figler, M., Zsalig, D. et al. (2023). Food and Sustainability: Is It a Matter of Choice? *Sustainability*, 15 (9), 7191. doi: <https://doi.org/10.3390/su15097191>
- Tsironi, T., Koutinas, A., Mandala, I., Stoforos, N. G. (2021). Current and new Green Deal solutions for sustainable food processing. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 21, 100244. doi: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100244>
- Kumar, M., Raut, R. D., Jagtap, S., Choubey, V. K. (2022). Circular economy adoption challenges in the food supply chain for sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 32 (4), 1334–1356. doi: <https://doi.org/10.1002/bse.3191>
- Sadraei, R., Biancone, P., Lanzalonga, F., Jafari-Sadeghi, V., Chmet, F. (2022). How to increase sustainable production in the food sector? Mapping industrial and business strategies and providing future research agenda. *Business Strategy and the Environment*, 32 (4), 2209–2228. doi: <https://doi.org/10.1002/bse.3244>
- Nolden, A. A., Forde, C. G. (2023). The Nutritional Quality of Plant-Based Foods. *Sustainability*, 15 (4), 3324. doi: <https://doi.org/10.3390/su15043324>
- Gao, D., Helikh, A. O., Filon, A. M., Duan, Z., Vasylenko, O. O. (2022). Effect of pH-shifting treatment on the gel properties of pumpkin seed protein isolate. *Journal of Chemistry and Technologies*, 30 (2), 198–204. doi: <https://doi.org/10.15421/jchemtech.v30i2.241145>
- García-Leal, J., Espinoza Pérez, A. T., Vásquez, Ó. C. (2023). Towards the sustainable massive food services: An optimization approach. *Socio-Economic Planning Sciences*, 87, 101554. doi: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2023.101554>
- Oñederra-Aramendi, A., Begiristain-Zubillaga, M., Cuellar-Padilla, M. (2023). Characterisation of food governance for alternative and sustainable food systems: a systematic review. *Agricultural and Food Economics*, 11 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s40100-023-00258-7>
- Keesstra, S., Veraart, J., Verhagen, J., Visser, S., Kragt, M., Linderhof, V. et al. (2023). Nature-Based Solutions as Building Blocks for the Transition towards Sustainable Climate-Resilient Food Systems. *Sustainability*, 15 (5), 4475. doi: <https://doi.org/10.3390/su15054475>
- Schoor, M., Arenas-Salazar, A. P., Torres-Pacheco, I., Guevara-González, R. G., Rico-García, E. (2023). A Review of Sustainable Pillars and their Fulfillment in Agriculture, Aquaculture, and Aquaponic Production. *Sustainability*, 15 (9), 7638. doi: <https://doi.org/10.3390/su15097638>
- Zarzo, I., Soler, C., Fernandez-Zamudio, M.-A., Pina, T., Barco, H., Soriano, J. M. (2023). 'Nutritional Footprint' in the Food, Meals and HoReCa Sectors: A Review. *Foods*, 12 (2), 409. doi: <https://doi.org/10.3390/foods12020409>
- de la Riva, E. G., Ulrich, W., Batáry, P., Baudry, J., Beaumelle, L., Bucher, R. et al. (2023). From functional diversity to human well-being: A conceptual framework for agroecosystem sustainability. *Agricultural Systems*, 208, 103659. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103659>
- Dumont, A. M., Gasselin, P., Baret, P. V. (2020). Transitions in agriculture: Three frameworks highlighting coexistence between a new agroecological configuration and an old, organic and conventional configuration of vegetable production in Wallonia (Belgium). *Geoforum*, 108, 98–109. doi: <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.11.018>
- Suomalainen, M., Hohenthal, J., Pyysiäinen, J., Ruuska, T., Rinkinen, J., Heikkurinen, P. (2023). Food self-provisioning: a review of health and climate implications. *Global Sustainability*, 6. doi: <https://doi.org/10.1017/sus.2023.6>
- Anugwa, I. Q., Obossou, E. A. R., Onyeneke, R. U., Chah, J. M. (2022). Gender perspectives in vulnerability of Nigeria's agriculture to climate change impacts: a systematic review. *GeoJournal*, 88 (1), 1139–1155. doi: <https://doi.org/10.1007/s10708-022-10638-z>
- Fromentin, J.-M., Emery, M. R., Donaldson, J., Balachander, G., Barron, E. S., Chaudhary, R. P. et al. (2023). Status, challenges and pathways to the sustainable use of wild species. *Global Environmental Change*, 81, 102692. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102692>
- Paulauskienė, A., Šileikienė, D., Karklelienė, R., Tarasevičienė, Ž., Česonienė, L. (2023). Quality Research of the Beetroots (*Beta vulgaris* L., ssp. *vulgaris* var. *conditiva* Alef.) Grown in Different Farming Systems Applying Chemical and Holistic Research Methods. *Sustainability*, 15 (9), 7102. doi: <https://doi.org/10.3390/su15097102>
- Bach, V., Mikkelsen, L., Kidmose, U., Edelenbos, M. (2014). Culinary preparation of beetroot (*Beta vulgaris* L.): the impact on sensory quality and appropriateness. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95 (9), 1852–1859. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.6886>
- Gao, D., Helikh, A., Duan, Z. (2021). Determining the effect of pH-shifting treatment on the solubility of pumpkin seed protein isolate. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (113)), 29–34. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.242334>
- Punia Bangar, S., Sharma, N., Sanwal, N., Lorenzo, J. M., Sahu, J. K. (2022). Bioactive potential of beetroot (*Beta vulgaris*). *Food Research International*, 158, 111556. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111556>
- Hadipour, E., Taleghani, A., Tayarani-Najaran, N., Tayarani-Najaran, Z. (2020). Biological effects of red beetroot and betalains: A review. *Phytotherapy Research*, 34 (8), 184–1867. doi: <https://doi.org/10.1002/ptr.6653>
- Chen, L., Zhu, Y., Hu, Z., Wu, S., Jin, C. (2021). Beetroot as a functional food with huge health benefits: Antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity. *Food Science & Nutrition*, 9 (11), 6406–6420. doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2577>
- Dias, M. G., Camões, M. F. G. F. C., Oliveira, L. (2009). Carotenoids in traditional Portuguese fruits and vegetables. *Food Chemistry*, 113 (3), 808–815. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.002>
- Jastrebova, J., Witthöft, C., Grahm, A., Svensson, U., Jägerstad, M. (2003). HPLC determination of folates in raw and processed beetroots. *Food Chemistry*, 80 (4), 579–588. doi: [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(02\)00506-x](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(02)00506-x)
- Nirmal, N. P., Mereddy, R., Maqsood, S. (2021). Recent developments in emerging technologies for beetroot pigment extraction and its food applications. *Food Chemistry*, 356, 129611. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129611>
- Váli, L., Stefanovits-Bányai, É., Szentmihályi, K., Fébel, H., Sárdi, É., Lugasi, A. et al. (2007). Liver-protecting effects of table beet (*Beta*

- vulgaris var. rubra) during ischemia-reperfusion. *Nutrition*, 23 (2), 172–178. doi: <https://doi.org/10.1016/j.nut.2006.11.004>
30. Shofinita, D., Fawwaz, M., Achmadi, A. B. (2023). Betalain extracts: Drying techniques, encapsulation, and application in food industry. *Food Frontiers*, 4 (2), 576–623. doi: <https://doi.org/10.1002/fft2.227>
 31. Kumar, R., Oruna-Concha, M. J., Methven, L., Niranjana, K. (2023). Modelling extraction kinetics of betalains from freeze dried beetroot powder into aqueous ethanol solutions. *Journal of Food Engineering*, 339, 111266. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111266>
 32. Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y., Panghal, A. (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chemistry*, 272, 192–200. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.08.022>
 33. Hoffman, J. R., Ratamess, N. A., Kang, J., Rashti, S. L., Faigenbaum, A. D. (2009). Effect of betaine supplementation on power performance and fatigue. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 6 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/1550-2783-6-7>
 34. Dong, J., Jiang, W., Gao, P., Yang, T., Zhang, W., Huangfu, M. et al. (2023). Comparison of betalain compounds in two *Beta vulgaris* var. *cicla* and *BvCYP76AD27* function identification in betalain biosynthesis. *Plant Physiology and Biochemistry*, 199, 107711. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.107711>
 35. Vasconcellos, J., Conte-Junior, C., Silva, D., Pierucci, A. P., Paschoalin, V., Alvares, T. S. (2016). Comparison of total antioxidant potential, and total phenolic, nitrate, sugar, and organic acid contents in beetroot juice, chips, powder, and cooked beetroot. *Food Science and Biotechnology*, 25 (1), 79–84. doi: <https://doi.org/10.1007/s10068-016-0011-0>
 36. Afzaal, M., Saeed, F., Ahmed, A., Khalid, M. A., Islam, F., Ikram, A. et al. (2022). Red Beet Pomace as a Source of Nutraceuticals. *Food and Agricultural Byproducts as Important Source of Valuable Nutraceuticals*, 39–55. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-98760-2_3
 37. de Oliveira, S. P. A., do Nascimento, H. M. A., Sampaio, K. B., de Souza, E. L. (2020). A review on bioactive compounds of beet (*Beta vulgaris* L. subsp. *vulgaris*) with special emphasis on their beneficial effects on gut microbiota and gastrointestinal health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61 (12), 2022–2033. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1768510>
 38. Deng, L.-Z., Mujumdar, A. S., Zhang, Q., Yang, X.-H., Wang, J., Zheng, Z.-A. et al. (2017). Chemical and physical pretreatments of fruits and vegetables: Effects on drying characteristics and quality attributes – a comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59 (9), 1408–1432. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1409192>
 39. Ando, Y., Maeda, Y., Mizutani, K., Wakatsuki, N., Hagiwara, S., Nabetani, H. (2016). Impact of blanching and freeze-thaw pretreatment on drying rate of carrot roots in relation to changes in cell membrane function and cell wall structure. *LWT - Food Science and Technology*, 71, 40–46. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.03.019>
 40. Feng, Y., Ping Tan, C., Zhou, C., Yagoub, A. E. A., Xu, B., Sun, Y. et al. (2020). Effect of freeze-thaw cycles pretreatment on the vacuum freeze-drying process and physicochemical properties of the dried garlic slices. *Food Chemistry*, 324, 126883. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126883>
 41. Zielinska, M., Sadowski, P., Blaszczak, W. (2015). Freezing/thawing and microwave-assisted drying of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *LWT - Food Science and Technology*, 62 (1), 555–563. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.08.002>
 42. Wu, X.-F., Zhang, M., Adhikari, B., Sun, J. (2017). Recent developments in novel freezing and thawing technologies applied to foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (17), 3620–3631. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1132670>
 43. Golovko, N., Golovko, T., Gelikh, A. (2015). Investigation of amino acid structure of proteins of freshwater bivalve mussels from the genus *Anodonta* of the northern Ukraine. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (77)), 10–16. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51072>
 44. Pissia, M. A., Matsakidou, A., Kiosseoglou, V. (2021). Raw materials from snails for food preparation. *Future Foods*, 3, 100034. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100034>
 45. Baghele, M., Mishra, S., Meyer-Rochow, V. B., Jung, C., Ghosh, S. (2022). A review of the nutritional potential of edible snails: A sustainable underutilized food resource. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 13 (4), 419–433. doi: <https://doi.org/10.56042/ijnpr.v13i4.47930>
 46. Samilyk, M., Lukash, S., Bolgova, N., Helikh, A., Maslak, N., Maslak, O. (2020). Advances in Food Processing based on Sustainable Bioeconomy. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 11 (5), 1105. doi: [https://doi.org/10.14505//jemt.v11.5\(45\).08](https://doi.org/10.14505//jemt.v11.5(45).08)
 47. Meyer-Rochow, V. B. (2019). Snails (Terrestrial and Freshwater) as Human Food. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*, 376–378. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.22580-8>
 48. Tluste, C., Bröring, U., Němec, T., Birkhofer, K. (2020). Morphometric traits of shells determine external attack and internal utilization marks in the Roman snail in eastern Germany. *Web Ecology*, 20 (2), 87–94. doi: <https://doi.org/10.5194/we-20-87-2020>
 49. Ligaszewski, M., Pol, P. (2021). Reproduction of the Roman snail (*Helix pomatia* L.) from a local natural population in farm conditions and in a natural habitat. *Annals of Animal Science*, 21 (2), 693–708. doi: <https://doi.org/10.2478/aoas-2020-0090>
 50. Rygała-Galewska, A., Zglińska, K., Niemiec, T. (2022). Edible Snail Production in Europe. *Animals*, 12 (20), 2732. doi: <https://doi.org/10.3390/ani12202732>
 51. Çelik, M. Y., Duman, M. B., Sariipek, M., Uzun Gören, G., Kaya Öztürk, D., Kocatepe, D., Karayücel, S. (2020). Comparison of Proximate and Amino Acid Composition between Farmed and Wild Land Snails (*Cornu aspersum* Müller, 1774). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 29 (4), 383–390. doi: <https://doi.org/10.1080/10498850.2020.1740850>
 52. Galluzzo, F. G., Cammilleri, G., Ulrici, A., Calvini, R., Pulvirenti, A., Lo Cascio, G. et al. (2019). Land Snails as a Valuable Source of Fatty Acids: A Multivariate Statistical Approach. *Foods*, 8 (12), 676. doi: <https://doi.org/10.3390/foods8120676>
 53. Brandt, M. A., Skinner, E. Z., Coleman, J. A. (1963). Texture Profile Method. *Journal of Food Science*, 28 (4), 404–409. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1963.tb00218.x>
 54. Bruna, J. M., Ordóñez, J. A., Fernández, M., Herranz, B., de la Hoz, L. (2001). Microbial and physico-chemical changes during the ripening of dry fermented sausages superficially inoculated with or having added an intracellular cell-free extract of *Penicillium aurantiogriseum*. *Meat Science*, 59 (1), 87–96. doi: [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(01\)00057-2](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(01)00057-2)
 55. National Health and Family Planning Commission of China. National standard for food safety-Determination of peroxide value in foods: GB 5009.227-2016. Beijing: China Standards Press.
 56. AOAC (2006). Official methods of analysis (18th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
 57. AOAC (2000). Official methods of analysis (17th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemistry.

58. Ślezańska, M. (1881). Wielkopolski kucharz: 600 praktycznych przepisów kucharskich z własnego doświadczenia jako to: przepisy smacznych a tanich potraw, smażenia konfitur, przysmaków i ciast, przyrządzania lodów, kremów, galaret, deserów, konserwów i wędlin oraz sekreta gospodarskie etc. Na k. tyt. pseud. aut. Maryan.
59. Blaumeiser, J., Burger, H. (1981). Die Weißwurst, wie sie lebt und lebt. Eine Münchner Philosophie. München: Delphin-Verlag.
60. A/RES/70/1 Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development (2015). United Nations. Available at: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/general-assembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1_E.pdf

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285447
TECHNOLOGY IMPROVEMENT OBTAINING
POWDERED DRIED HONEY (p. 59–64)

Tamara Tultabayeva

S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana,
 Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2483-7406>

Urishbai Chomanov

Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry,
 Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5594-8216>

Mukhtar Tultabayev

Kazakh University of Technology and Business, Nur-Sultan,
 Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8552-5425>

Aruzhan Shoman

S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana,
 Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7844-8601>

Umyt Zhumanova

S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana,
 Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9992-9749>

Rabiga Kasymbek

Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry,
 Almaty, Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4560-8311>

Bakhtiyar Tultabayev

S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University, Astana,
 Republic of Kazakhstan
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8073-4853>

The object of the study is the production of powdered dried honey. The limited use of honey in the food industry is due to its physicochemical properties. Viscosity and stickiness create problems during its dosing, mixing, storage and transportation.

Honey in powder form has a high commercial potential. The great advantages of using dry honey are the reduction of storage space, ease of processing and dosing.

Honey is characterized by organoleptic and physico-chemical parameters affecting the drying process and the quality of the final product.

The resulting powdered dry honey, in compliance with the drying modes recommended by us, has retained all its useful biological properties. The water content, as well as the dry matter content in fresh and dried honey met the criteria for the composition of honey.

Consequently, reducing the water content during the drying process significantly contributes to increasing the stability of honey during storage.

The developed technology provides for reducing the drying temperature to 50 °C, which also has a positive effect on the nutritional value of the final product

It is established that the maximum proportion of frozen moisture in the sublimation process is observed at temperatures from minus 30 °C to minus 40 °C, depending on the types of honey, and an increase in the drying temperature above 40 °C shortens the duration of the drying process, but may affect the quality of the product.

Powdered honey is in demand in the food, pharmaceutical and cosmetic industries, due to increased dosing accuracy due to the flowability of dried honey. However, it should be borne in mind that dried honey is very hygroscopic due to the presence of sugars and the amorphous state after drying.

Keywords: natural honey, powdered dry honey, freeze drying, crystallization process, storage.

References

- Kahraman, T., Buyukunal, S. K., Vural, A., Altunatmaz, S. S. (2010). Physico-chemical properties in honey from different regions of Turkey. *Food Chemistry*, 123 (1), 41–44. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.123>
- Toniazzo, T., Collado-González, M., Cecilia Tadini, C., Mackie, A. R. (2023). Evaluation of physicochemical properties of honey powder using rice and pea proteins as carriers. *Food Research International*, 167, 112692. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112692>
- Seraglio, S. K. T., Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L. V., Fett, R., Costa, A. C. O. (2019). An overview of physico-chemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119, 44–66. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.028>
- Zhumaliyeva, G., Chomanov, U., Tultabayeva, T., Tultabayev, M., Kasymbek, R. (2020). Formation of Processes of Intensification of Crop Growth For The Formation of Business Structures. *SSRN Electronic Journal*. doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4128701>
- Tultabayev, M., Chomanov, U., Tultabayeva, T., Shoman, A., Dodaev, K., Azimov, U., Zhumanova, U. (2022). Identifying patterns in the fatty-acid composition of safflower depending on agroclimatic conditions. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (116)), 23–28. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.255336>
- Pita-Calvo, C., Vázquez, M. (2017). Differences between honeydew and blossom honeys: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 59, 79–87. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.015>
- Seraglio, S. K. T., Valesse, A. C., Daguer, H., Bergamo, G., Azevedo, M. S., Nehring, P. et al. (2017). Effect of in vitro gastrointestinal digestion on the bioaccessibility of phenolic compounds, minerals, and antioxidant capacity of *Mimosa scabrella* Benth honeydew honeys. *Food Research International*, 99, 670–678. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.024>
- Samborska, K. (2019). Powdered honey – drying methods and parameters, types of carriers and drying aids, physicochemical properties and storage stability. *Trends in Food Science & Technology*, 88, 133–142. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.03.019>
- Tultabayeva, T. Ch., Zhumanova, U. T., Tultabayev, M. Ch., Shoman, A. Ye., Tapalova, A. B., Shoman, A. K., Tultabayev, B. Ch. (2022). Determination of the parameters of freeze-drying honey. *The Journal of Almaty Technological University*, 3, 185–191. doi: <https://doi.org/10.48184/2304-568x-2022-3-185-191>
- Mohanty, S., Mishra, S., Pradhan, R. C. (2021). Development and process optimization of spray dried powder from enzymatically extracted ripe palm (*Borassus flabellifer*) juice. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10 (6), e2539. doi: <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2539>

11. Tong, Q., Zhang, X., Wu, F., Tong, J., Zhang, P., Zhang, J. (2010). Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. *Food Research International*, 43 (9), 2284–2288. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.08.002>
12. Cui, Z.-W., Sun, L.-J., Chen, W., Sun, D.-W. (2008). Preparation of dry honey by microwave–vacuum drying. *Journal of Food Engineering*, 84 (4), 582–590. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.06.027>
13. Osés, S. M., Cantero, L., Crespo, M., Puertas, G., González-Ceballos, L., Vallejos, S. et al. (2021). Attributes of ling-heather honey powder obtained by different methods with several carriers. *LWT*, 150, 112063. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112063>
14. Nedic, N., Gojak, M., Zlatanovic, I., Rudonja, N., Lazarevic, K., Dragic, M. et al. (2020). Study of vacuum and freeze drying of bee honey. *Thermal Science*, 24, 4241–4251. doi: <https://doi.org/10.2298/tsci200317194n>
15. Kabylda, A., Serikbay, G., Myktabaeva, M., Atanov, S., Muslimov, N., Tultabayev, M. (2022). Development of gluten-free pasta products based on multivariate analysis. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (119)), 6–11. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.265790>
16. Tultabayeva, T. C., Chomanov, U. Ch., Tultabayev, M. Ch., Zhumaliyeva, G. E., Kenenbay, G. S., Shoman, A. Y., Shoman, A. K. (2022). Synthesis, Characterization and Physical Properties of Polyunsaturated Fatty Acids and Co Zero-Valent Nanoparticles/Polyunsaturated Fatty Acids. *Journal of Nanostructures*, 12 (4), 1049–1058. Available at: https://jns.kashanu.ac.ir/article_111939.html
17. Alvarez-Suarez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., Battino, M. (2009). Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 3 (1), 15–23. doi: <https://doi.org/10.1007/s12349-009-0051-6>
18. Seraglio, S. K. T., Valse, A. C., Daguer, H., Bergamo, G., Azevedo, M. S., Gonzaga, L. V. et al. (2016). Development and validation of a LC-ESI-MS/MS method for the determination of phenolic compounds in honeydew honeys with the diluted-and-shoot approach. *Food Research International*, 87, 60–67. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.06.019>
19. Bogdanov, S., Ruoff, K., Persano Oddo, L. (2004). Physico-chemical methods for the characterisation of unifloral honeys: a review. *Apidologie*, 35, S4–S17. doi: <https://doi.org/10.1051/apido:2004047>

DOI: [10.15587/1729-4061.2023.284885](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.284885)

DETERMINATION OF QUALITY INDICATORS OF SUGAR FORTIFIED WITH A BY-PRODUCT OF ELDERBERRY PROCESSING (p. 65–72)

Larysa Bal'-Prylipko

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

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

Maryna Samilyk

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4826-2080>

Daria Korniienko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2824-2725>

Mariia Paska

Lviv State University of Physical Culture, Lviv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9208-1092>

Taisia Ryzhkova

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3358-7496>

Ivan Yatsenko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8903-2129>

Ihor Hnoievyyi

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1350-6898>

Svetlana Tkachuk

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6923-1793>

Natalia Bolgova

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0201-0769>

Viktoriiia Sokolenko

Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2049-7013>

Granulated and pressed beet sugar consists of 99.61–99.7 % sucrose, which is a source of energy for the body. However, this product does not contain other vital nutrients. The object of the study is the method of non-waste processing of elderberry fruits. Wild-growing fruits of black elder *Sambucus nigra* L were used as the subject of the study. Pre-cleaned elder fruits were frozen at a temperature of -18 ± 2 °C, and after defrosting they were subjected to osmotic dehydration. For this, a 70 % sugar solution with a temperature of 50 ± 5 °C was used (hydromodule 1). The duration of osmosis was 1 hour. The derivative product formed as a result of osmotic dehydration of elderberries (elderberry syrup) was used to enrich granulated sugar in an amount of 10 % by weight of sugar. After thorough mixing with the solution, the sugar was dried in a laboratory vacuum dryer. Anthocyanin dyes contained in the elderberries gave the sugar a bright pink color. The resulting product had a characteristic smell and taste of elderberry. The composition of sugar was studied by high-performance liquid chromatography. It was found that sugar enriched with an elderberry derivative contains 0.03 ± 0.02 mg/100 g of vitamin C and 0.28 ± 0.02 % flavonoids. This gives it certain antioxidant properties. In addition to sucrose, glucose (0.20 ± 0.02) and fructose (0.27 ± 0.02) were found in the product by the polarimetric method. Analysis of the amino acid spectrum of enriched sugar showed the presence of 18 amino acids (total amount of 5.547 mg/100 g), including all essential ones. The most found in enriched sugar, mg/100g: tyrosine (0.93), alanine (0.79), phenylalanine (0.752) and leucine (0.749). The results obtained indicate an increase in the biological value and additional functional properties of fortified sugar.

Keywords: enriched sugar, elderberry syrup, antioxidant properties, amino acid composition, simple carbohydrates.

References

1. Rao, G. P., Singh, P. (2021). Value Addition and Fortification in Non-Centrifugal Sugar (Jaggery): A Potential Source of Functional and Nutraceutical Foods. *Sugar Tech*, 24 (2), 387–396. doi: <https://doi.org/10.1007/s12355-021-01020-3>
2. Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Santos López, E. M., Rodríguez, J. A., Barros, L., Lorenzo, J. M. (2021). Potential Use of Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as Natural Colorant and Antioxidant in the Food Industry. A Review. *Foods*, 10 (11), 2713. doi: <https://doi.org/10.3390/foods10112713>
3. Marțiș (Petruț), G. S., Mureșan, V., Marc (Vlaic), R. M., Mureșan, C. C., Pop, C. R., Buzgău, G. et al. (2021). The Physicochemical and Antioxidant Properties of *Sambucus nigra* L. and

- Sambucus nigra* Haschberg during Growth Phases: From Buds to Ripening. *Antioxidants*, 10 (7), 1093. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox10071093>
4. Baeza, R., Sánchez, V., Salierno, G., Molinari, F., López, P., Chirife, J. (2020). Storage stability of anthocyanins in freeze-dried elderberry pulp using low proportions of encapsulating agents. *Food Science and Technology International*, 27 (2), 135–144. doi: <https://doi.org/10.1177/1082013220937867>
 5. da Silva, R. F. R., Barreira, J. C. M., Heleno, S. A., Barros, L., Calhela, R. C., Ferreira, I. C. F. R. (2019). Anthocyanin Profile of Elderberry Juice: A Natural-Based Bioactive Colouring Ingredient with Potential Food Application. *Molecules*, 24 (13), 2359. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules24132359>
 6. Najgebauer-Lejko, D., Liszka, K., Tabaszewska, M., Domagała, J. (2021). Probiotic Yoghurts with Sea Buckthorn, Elderberry, and Sloe Fruit Purees. *Molecules*, 26 (8), 2345. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules26082345>
 7. Dominguez, R., Zhang, L., Rocchetti, G., Lucini, L., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M. (2020). Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. *Food Chemistry*, 330, 127266. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127266>
 8. Jeon, S., Kim, M., Kim, B. (2021). Polyphenol-Rich Black Elderberry Extract Stimulates Transintestinal Cholesterol Excretion. *Applied Sciences*, 11 (6), 2790. doi: <https://doi.org/10.3390/app11062790>
 9. Liu, D., He, X.-Q., Wu, D.-T., Li, H.-B., Feng, Y.-B., Zou, L., Gan, R. Y. (2022). Elderberry (*Sambucus nigra* L.): Bioactive Compounds, Health Functions, and Applications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70 (14), 4202–4220. doi: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c00010>
 10. Ağalar, H. G. (2019). Elderberry (*Sambucus nigra* L.). *Nonvitamin and Nonmineral Nutritional Supplements*, 211–215. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812491-8.00030-8>
 11. Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., Łysiak, G. P. (2018). Bioactive properties of *Sambucus nigra* L. as a functional ingredient for food and pharmaceutical industry. *Journal of Functional Foods*, 40, 377–390. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.11.025>
 12. Khan, M., Mortuza, A., Blumenthal, E., Mustafa, A. (2022). Role of elderberry (*Sambucus nigra*) on the modulation of stress and immune response of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of Applied Aquaculture*. doi: <https://doi.org/10.1080/10454438.2022.2026269>
 13. Veberic, R., Jakopic, J., Stampar, F., Schmitzer, V. (2009). European elderberry (*Sambucus nigra* L.) rich in sugars, organic acids, anthocyanins and selected polyphenols. *Food Chemistry*, 114 (2), 511–515. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.080>
 14. Kahraman, G., Özdemir, K. S. (2021). Effects of black elderberry and spirulina extracts on the chemical stability of cold pressed flaxseed oil during accelerated storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15 (5), 4838–4847. doi: <https://doi.org/10.1007/s11694-021-01004-7>
 15. Młynarczyk, K., Walkowiak-Tomczak, D., Staniek, H., Kidoń, M., Łysiak, G. P. (2020). The Content of Selected Minerals, Bioactive Compounds, and the Antioxidant Properties of the Flowers and Fruit of Selected Cultivars and Wildly Growing Plants of *Sambucus nigra* L. *Molecules*, 25 (4), 876. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules25040876>
 16. Cais-Sokolińska, D., Walkowiak-Tomczak, D. (2021). Consumer-perception, nutritional, and functional studies of a yogurt with restructured elderberry juice. *Journal of Dairy Science*, 104 (2), 1318–1335. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18770>
 17. López-Fernández, O., Domínguez, R., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Rocchetti, G., Lorenzo, J. M. (2020). Determination of Polyphenols Using Liquid Chromatography–Tandem Mass Spectrometry Technique (LC–MS/MS): A Review. *Antioxidants*, 9 (6), 479. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox9060479>
 18. Przybylska-Balcerek, A., Szablewski, T., Szwajkowska-Michałek, L., Świerk, D., Cegielska-Radziejewska, R., Krejpcio, Z. et al. (2021). *Sambucus Nigra* Extracts–Natural Antioxidants and Antimicrobial Compounds. *Molecules*, 26 (10), 2910. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules26102910>
 19. Hearst, C., McCollum, G., Nelson, D., Ballard, L. M., Millar, B. C., Goldsmith, C. E. et al. (2010). Antibacterial activity of elder (*Sambucus nigra* L.) flower or berry against hospital pathogens. *Journal of Medicinal Plant Research*, 4, 1805–1809. Available at: https://www.researchgate.net/publication/285528990_Antibacterial_activity_of_elder_Sambucus_nigra_L_flower_or_berry_against_hospital_pathogens
 20. CXS 212-1999. Standard for sugars. Codex alimentarius. Available at: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B212-1999%252FCXS_212e.pdf
 21. Özkan-Karabacak, A., Özcan-Sinir, G., Çopur, A. E., Bayizit, M. (2022). Effect of Osmotic Dehydration Pretreatment on the Drying Characteristics and Quality Properties of Semi-Dried (Intermediate) Kumquat (*Citrus japonica*) Slices by Vacuum Dryer. *Foods*, 11 (14), 2139. doi: <https://doi.org/10.3390/foods11142139>
 22. Rastogi, N. K., Raghavarao, K. S. M. S., Niranjan, K., Knorr, D. (2002). Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends in Food Science & Technology*, 13 (2), 48–59. doi: [https://doi.org/10.1016/s0924-2244\(02\)00032-8](https://doi.org/10.1016/s0924-2244(02)00032-8)
 23. Tortoe, C. (2010). A review of osmodehydration for food industry. *African journal of food science*, 4 (6), 303–324. Available at: <https://academicjournals.org/journal/AJFS/article-abstract/76B260924389>
 24. Farooq, M., Landers, A. J. (2004). Interactive Effects of Air, Liquid and Canopies on Spray Patterns of Axial-flow Sprayers. 2004, Ottawa, Canada August 1 - 4, 2004. doi: <https://doi.org/10.13031/2013.16120>
 25. Samilyk, M., Helikh, A., Bolgova, N., Potapov, V., Sabadash, S. (2020). The application of osmotic dehydration in the technology of producing candied root vegetables. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (105)), 13–20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.204664>
 26. Samilyk, M., Demidova, E., Bolgova, N., Kapitonenko, A., Cherniavskaya, T. (2022). Influence of adding wild berry powders on the quality of pasta products. *EUREKA: Life Sciences*, 2, 28–35. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2022.002410>
 27. Edwards, C. H., Rossi, M., Corpe, C. P., Butterworth, P. J., Ellis, P. R. (2016). The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. *Trends in Food Science & Technology*, 56, 158–166. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.008>
 28. Zaitoun, M., Ghanem, M., Harphoush, S. (2018). Sugars: Types and Their Functional Properties in Food and Human Health. *International Journal of Public Health Research*. 6 (4), 93–99. Available at: <https://www.culinarymd.org/uploads/2/0/4/0/2040875/sugars.pdf>
 29. Samilyk, M., Demidova, E. (2022). Use of Non-traditional Raw Materials in Yogurt Production Technology. *Restaurant and Ho-*

tel Consulting. Innovations, 5 (2), 281–291. doi: <https://doi.org/10.31866/2616-7468.5.2.2022.270113>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285406

DESIGN OF A UNIVERSAL APPARATUS FOR HEAT TREATMENT OF MEAT AND VEGETABLE COOKED AND SMOKED PRODUCTS WITH THE ADDITION OF DRIED SEMI-FINISHED PRODUCTS OF A HIGH DEGREE OF READINESS TO THE RECIPE (p. 73–82)

Andrii Zahorulko

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

Aleksey Zagorulko

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1186-3832>

Nataliia Savytska

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6569-6772>

Sofia Minenko

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

Andrii Pugach

Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5586-424X>

Nataliia Ponomarenko

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

Ruslan Zakharchenko

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

Oksana Pikula

Vinnitsia National Agrarian University, Vinnitsia, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8950-6099>

The object of the study is the process of smoking a molded meat-vegetable product with the addition of a dried semi-finished product of a high degree of readiness based on Jerusalem artichoke, zucchini, and carrots.

Combined health products will satisfy the demand of end users for functional products of the new generation and will solve the technological problems of manufacturers in accordance with European competitiveness procedures. They will expand the offer of products with rational nutritional, taste, aesthetic characteristics that will meet the modern trends of craft producers, NoReCa business, and consumer expectations.

A universal device for heat treatment of meat and vegetable products under hot and cold smoking conditions has been designed based on a film-like resistive electric heater of the radiating type. The device uses Peltier elements placed on the outer surface of the smoke generator and, at a temperature of 45 °C, they form a low-voltage power supply (~3..4 W) from the conversion of secondary heat. Cold smoking is carried out in the temperature range up to 25 °C, provided that the outer surface of the heater is covered with a coil heat exchanger through which the coolant passes. During hot smoking, the air medium is in the heat exchanger (additional thermal insulation of the chamber).

The uniformity of the temperature field of the meat-vegetable product (meatloaf with a diameter of 0.08±0.01 m) during hot smoking has been confirmed, provided that the center of the loaf reaches 65 °C and the total duration of the process is 5.5 hours. The intro-

duction of dried semi-finished products of a high degree of readiness into the recipe of meat loaves increases the yield of the product by 18 % and the mass fraction of protein by 25 %. The moisture retention capacity of the experimental meat product increases by 11 % with a 33 % decrease in calorie content, which indicates an improvement in its quality indicators compared to the analog.

Keywords: meat and vegetable cooked and smoked products, universal smoking device, hot and cold smoking, film electric heater.

References

- Galanakis, C. M., Rizou, M., Aldawoud, T. M. S., Ucak, I., Rowan, N. J. (2021). Innovations and technology disruptions in the food sector within the COVID-19 pandemic and post-lockdown era. *Trends in Food Science & Technology*, 110, 193–200. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.002>
- Munekata, P. E. S., Pérez-Álvarez, J. Á., Pateiro, M., Viuda-Matos, M., Fernández-López, J., Lorenzo, J. M. (2021). Satiety from healthier and functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 397–410. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.025>
- Toldrá, F. (2023). The storage and preservation of meat. III—Meat processing. *Lawrie's Meat Science*, 281–314. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85408-5.00002-9>
- Savytska, N. L., Afanasieva, O. P. (2018). Marketynhova polityka pidpriemstv na vitchyznianomu rynku miasa ta miasoproduktiv. Kharkiv: Vydavnytstvo Ivanchenko I. S., 344. Available at: <https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/28869/3/meat%20.pdf>
- 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.240675>
- Halagarda, M., Wójciak, K. M. (2022). Health and safety aspects of traditional European meat products. A review. *Meat Science*, 184, 108623. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108623>
- Meat Report 2023. Statista. Available at: <https://www.statista.com/study/48827/meat-report/>
- Tovarna struktura rozdrubnogo tovarooborotu pidpriemstv rozdrubnoi torhivli. Available at: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/sr/tsrtp/tsrt_u_0918.htm
- Value of the global packaged & unpackaged meat snacks market 2019-2026 (2023). Available at: <https://www.statista.com/statistics/1199651/global-packaged-and-unpackaged-meat-snacks-market-size/>
- Serikkyzy, M., Jumabekova, G., Zheldybayeva, A., Matibayeva, A., Omirbay, R., Balev, D. (2022). Improving the organoleptic and structural-chemical properties of semi-smoked sausages. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29 (3), 1510–1514. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.11.021>
- McBey, D., Watts, D. Johnstone, A. M. (2019). Nudging, formulating new products, and the lifecycle: A qualitative assessment of the viability of three methods for reducing Scottish meat consumption for health, ethical, and environmental reasons. *Appetite*, 142, 104349. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104349>
- BusinesStat, 2020. Market analysis of sausages and meat specialties in Russia in 2014–2018, forecast for 2019–2023.
- Altenburg, D., Spruyt, A. (2022). Predicting meat consumption from concurrent, automatic appraisals: Introducing nuance to product appraisals. *Appetite*, 170, 105847. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2021.105847>
- 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. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.224990>
15. Sikorski, Z. E. (2016). Smoked Foods: Principles and Production. *Encyclopedia of Food and Health*, 1–5. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-384947-2.00630-9>
 16. Illippangama, A. U., Jayasena, D. D., Jo, C., Mudannayake, D. C. (2022). Inulin as a functional ingredient and their applications in meat products. *Carbohydrate Polymers*, 275, 118706. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118706>
 17. Zahorulko, A., Zagorulko, A., Yancheva, M., Serik, M., Sabadash, S., Savchenko-Pererva, M. (2019). Development of the plant for low-temperature treatment of meat products using ir-radiation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (97)), 17–22. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.154950>
 18. Sosa-Morales, M. E., Orzuna-Espiritu, R.Vélez-Ruiz, J. F. (2006). Mass, thermal and quality aspects of deep-fat frying of pork meat. *Journal of Food Engineering*, 77 (3), 731–738. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.07.033>
 19. Sebastian, P., Bruneau, D., Collignan, A., Rivier, M. (2005). Drying and smoking of meat: heat and mass transfer modeling and experimental analysis. *Journal of Food Engineering*, 70 (2), 227–243. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.10.002>
 20. Wang, S., Guan, R., Huang, H., Yang, K., Cai, M Chen, D. (2021). Effects of Different Smoking Materials and Methods on the Quality of Chinese Traditional Bacon (Larou). *Journal of Food Protection*, 84 (3), 359–367. doi: <https://doi.org/10.4315/jfp-20-223>
 21. Ledesma, E., Laca, A., Rendueles, M., Díaz, M. (2016). Texture, colour and optical characteristics of a meat product depending on smoking time and casing type. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 164–172. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.077>
 22. Janardhanan, R., Huerta-Leidenz, N., Ibañez, F. C., Beriain, M.J. (2023). High-pressure processing and sous-vide cooking effects on physicochemical properties of meat-based, plant-based and hybrid patties. *LWT*, 173, 114273. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114273>
 23. Kasiyanchuk, V. D. (2014). Sukhyi produkt topinambura – efektyvnyi napivfabrykat dlia vyrobnytstva produktsiyi likuvalno-profilaktychnoho pryznachennia. *Halytskyi likarskykh visnyk*, 21 (3), 103–104. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glv_2014_21_3_41
 24. Telezhenko, L. N., Bezusov, A. T. (2004). *Biologicheskii aktivnyye veschestva fruktov i ovoschey i ikh sokhraneniye pri prerabotke*. Odessa: «Optimum», 268.
 25. Yudina, T., Nazarenko, I. (2016). Technological parameters and modes of getting mashed zucchini with specified functional and technological properties. *Pratsi TDATU*, 1 (16), 142–149. Available at: http://elibrary.donnuet.edu.ua/84/1/Yud%D1%96na_article_23_02_2016.pdf
 26. Afoakwah, N. A., Dong, Y., Zhao, Y., Xiong, Z., Owusu, J., Wang, Y., Zhang, J. (2015). Characterization of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) powder and its application in emulsion-type sausage. *LWT - Food Science and Technology*, 64 (1), 74–81. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.05.030>
 27. Font-i-Furnols, M., Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, 98 (3), 361–371. doi: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>
 28. Veiga, C. P. da, Moreira, M. N. B., Veiga, C. R. P. da, Souza, A., Su, Z. (2023). Consumer Behavior Concerning Meat Consumption: Evidence from Brazil. *Foods*, 12 (1), 188. doi: <https://doi.org/10.3390/foods12010188>
 29. Alarcón-García, M. A., Perez-Alvarez, J. A., López-Vargas, J. H., Pagan-Moreno, M. J. (2020). Meat Snacks Consumption: Aspects That the Consumer Looks for to Consider Them a Healthy Food. *The 1st International Electronic Conference on Food Science and Functional Foods*. doi: https://doi.org/10.3390/foods_2020-07738
 30. Romeo-Arroyo, E., Mora, M., Vázquez-Araújo, L. (2020). Consumer behavior in confinement times: Food choice and cooking attitudes in Spain. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 21, 100226. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100226>
 31. Zahorulko, A. M., Zahorulko, O. Ye. (2021). Pat. No. 149981 UA. Plivkopodibnyi rezystyvnyi elektronahrivach vyprominiuvalnogo typu. No. u202102839; declared: 28.05.2021; published: 23.12.2021, Bul. No. 51. Available at: <https://base.uip.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&IdClaim=279791>
 32. Babanov, I., Mikhaylov, V., Shevchenko, A., Mikhaylova, S. (2018). Perspective of roasting method of culinary products with electro-contact heat treatment. *Processes of Food Industries*, 23, 60–66. doi: <https://doi.org/10.24263/2225-2916-2018-23-11>

АНОТАЦІЇ
TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF FOOD PRODUCTION

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284810

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПРОРОЩЕНОГО НАСІННЯ ЛЬОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛАЗМОХІМІЧНО АКТИВОВАНИХ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ (с. 6–19)

О. С. Ковальова, Н. К. Васильєва, С. В. Станкевич, І. В. Забродіна, О. В. Мандич, Т. Б. Гонтар, І. В. Галясний, О. В. Котляр, О. Г. Янчик, О. І. Богатов

Результатом проведених досліджень є розробка технології виробництва пророщеного насіння льону з використанням плазмохімічно активованих водних розчинів. Об'єктом досліджень стало лляне насіння. Нагальною технологічною проблемою є інтенсифікація процесу біоактивації лляного насіння та його якісне знезараження. Експериментально доведена доцільність використання плазмохімічно активованих водних розчинів як інтенсифікатора технологічного процесу проростання лляного насіння та дієвого дезінфектанту харчової сировини. Показано, що застосування плазмохімічної активації технологічних розчинів дозволяє не тільки пришвидшити проростання лляного насіння, а й сприяє більш активному накопиченню біологічно цінних складових в лляній сировині. Проаналізовано склад насіння льону, як похідної сировини. Окремо досліджено пророщене лляне насіння, яке в подальшому розглядається як високоцінний компонент харчових продуктів. Зафіксовано збільшення вологості лляного насіння в процесі відволожування на 0,7–1,7 %. Розвиток проростка збільшується на 2–9 мм. Підвищується енергія та здатність до проростання на 5–12 %. Біомаса пророщеного насіння збільшується на 39–56 %. У лляному насінні в процесі пророщування підвищується вміст білків з 21,88 до 23,71 %, редуруючих цукрів з 2,37 до 4,02 %. Загальний вміст амінокислот збільшується з 3,64 до 10,38 % – в порівнянні з контролем, а в порівнянні з сировиною підвищується в 10 разів. Відмічено значне накопичення вітамінів: В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₇, В₉, С, Е. Крім того, плазмохімічно активовані розчини якісно дезінфікують пророщене насіння льону.

Технологія може бути застосована в при виробництві збагачувальних компонентів харчових продуктів. Особливу увагу розроблена технологія отримає при виробництві функціональних продуктів харчування.

Ключові слова: лляне насіння, плазмохімічна активація, пророщування, пророщене насіння, біологічно-активні речовини.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285444

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБЕРІГАННЯ ПЛОДІВ ХУРМИ (*Diospyros kaki* L.) У ХОЛОДИЛЬНІЙ КАМЕРІ (с. 20–36)

Я. А. Омаров, С. О. Курбанова, У. А. Бабаєва, Г. Г. Гасьмова, А. А. Касумова, Ә. Ә. Гейдаров, А. А. Набивєв

Плоди хурми (*Diospyros kaki* L.) через свою високу харчову та лікувальну цінність привертають увагу дослідників. Склад хурми багатий на поживні речовини. Об'єктом дослідження є технологія зберігання хурми. Як матеріал дослідження були використані сорти хурми Хачія та Хіакуме, що повністю дозріли. Якщо при холодильному зберіганні із застосуванням регульованого газового середовища (РГС) інгібувати або зменшити активність ферментів, то витрата поживних речовин на дихання зменшиться і плоди збережуть свій первісний вигляд. Використовувані сорти хурми зберігалися в холодильниках протягом 5 місяців у п'яти варіантах. У плодах обох сортів хурми були вивчені кількісні зміни основних показників при холодильному зберіганні. Розглянуто закономірності зміни активності ферментів класу оксидоруктаз залежно від складу регульованого газового середовища та вмісту фенольних сполук.

В результаті аналізів визначено раціональний режим зберігання сортів хурми в холодильній камері в умовах РГС із складом газу 3–4 % CO₂ та 2–3 % O₂, температурою –2...–3 °С та вологістю повітря 90–95 %. У період зберігання активність всіх ферментів, крім аскорбатоксидази, повністю припинялася (крім ферменту каталази у сорту Хачія). При тривалому зберіганні сорту Хачія в холодильній камері активність ферменту аскорбатоксидази знизилася на 94 %, дифенолоксидази та пероксидази знизилася на 100 %, каталази на 95,5 %. У плодах хурми сорту Хіакуме активність аскорбатоксидази знизилася на 94,5 %, а активність інших ферментів була повністю інгібована. Для досягнення цього результату важливо, щоб активність оксидоредуктазу зменшилася або перейшла в інгібіторний стан. Отримані результати дають можливість регулювати якісні показники сортів хурми залежно від режимів їх зберігання та використовувати для забезпечення населення свіжими плодами не сезонно, а тривалий час.

Ключові слова: сорти хурми – Хачія, Хіакуме, оксидоредуктази, загальний цукор, фенольні сполуки.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285132

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ ВМІСТУ ВОЛОГИ ТА ЛІПІДІВ СИРОВИНИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ЕКСТРУДОВАНОЇ БІЛКОВО-ЖИРОВОЇ СИСТЕМИ (с. 37–46)

В. Ю. Папченко, Г. В. Степанькова, О. І. Каратєєва, І. С. Баландіна, Д. О. Шаповаленко, А. О. Карюк, Є. С. Статівка, О. М. Бакуменко, А. В. Мельник, С. М. Горбась

Розглянуто шлях вирішення проблеми корегування технологічних показників, зокрема пористості та вмісту вологи в екструдованих білково-жирових системах на основі шротів соєвого, ріпакового, конопляного та крупи кукурудзяної. Особливість

роботи полягає у обґрунтуванні раціонального співвідношення вмісту вологи і ліпідів в сировинних компонентах екструдату, що є важливим аспектом раціоналізації складу та покращення текстури інноваційних екструдованих продуктів на базі вказаної сировини.

Об'єктом дослідження є технологічні показники, зокрема пористість і вологість екструдованої білково-жирової системи в залежності від вмісту вологи і ліпідів в сировинних компонентах. Встановлено раціональне співвідношення вмісту вологи (10,5...12,5 %) і ліпідів (3,5...5,0 %) в сировині для екструдованої білково-жирової системи. Обґрунтовано використання олеїну пальмового рафінованого як олійного продукту, стійкого до окислювального псування, що має додаватися до сировинних компонентів з метою корегування технологічних властивостей готового продукту.

Розроблена білково-жирова система обґрунтованого складу має перевагу перед комерційним аналогічним продуктом за вмістом сирого протеїну (29,0 % проти 8,2 %), пористістю (130,0 % проти 105,0 %) та вартістю (916 \$/т проти 2 798 \$/т). Отримані дані пояснюються тим, що використано комплекс складових, частина з яких є відходами виробництва, з обґрунтованим вмістом вологи та ліпідів, що вплинуло на позитивні технологічні характеристики екструдату. Прикладним аспектом використання даного наукового результату є можливість раціоналізації процесу екструдування шротів олійних культур для досягнення бажаної текстури, пористості та стабільності ліпідної компоненти продукту.

Ключові слова: екструдування, білково-жирова система, шроти, крупа кукурудзяна, вміст вологи, вміст ліпідів, пористість.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.286323

ТЕХНОЛОГІЯ КОВБАС ДЛЯ ХАРЧОВОЇ СТІЙКОСТІ: РЕЦЕПТУРА, КОЛІР, ПОЖИВНІСТЬ, СТРУКТУРА (с. 47–58)

Лю Янь, Геліх Анна, Філон Андрій, Duan Zhenhua

Харчова стійкість це нова концепція стійкості, що доповнюється критеріями культури, традицій харчування та доступності їжі. Однак, технологія ковбасних виробів не створювалась для критеріїв харчової стійкості. Технологія розроблялась з використанням дієтичних, локальних, сезонних та економічно-доступних напівфабрикатів тривалого терміну зберігання, що є складовою харчової стійкості, громадського здоров'я та нульового голоду. Сушені напівфабрикати з буряку та равликів використовуються як харчовий барвник, джерело нітритів, повноцінного білка, ненасичених жирних кислот та мінералів. У дослідженні показана технологія червоних ковбас, що створена на основі білих ковбас у Польщі (Biała kielbasa) та Німеччині (Weißwurst), та її аналіз з точки зору харчової стійкості. Сушений буряк додавався у кількості 0 % (B0), 0,5 % (B1), 1,0 % (B2), 1,5 % (B3), 2,0 % (B4) та 2,5 % (B5) до курячого філе. Свиняча шкіра заміняється в рецептурі порошком равликів 0 % (B0), 15 % (B1), 30 % (B2), 45 % (B3), 60 % (B4) та 75 % (B5). Колір червоних ковбас для B3 найкраще поєднувався з Українською кухнею. Аналіз профілю текстури для B3 мав схожі до B0 значення жувальності на рівні 306.6. Загальна прийнятність B3 була вища за B0 на 8,92 % і складала 8.67. Фізико-хімічні показники для B3, такі як рН 5.81, перекисне число 0.248 г/100 г та thiobarbituric acid reactive substances 0.667 мг/100 г, були кращі за B0. Для B3 вміст вологи склав 57.81 %, білка 15.72 %, золи 3.36 % та жиру 3.40 %. Дане дослідження є розробкою методу виробництва інших харчових продуктів, які відповідають критеріям харчової стійкості. Червоні ковбаси можна використовувати для харчування в домогосподарствах, ресторанах, ярмарках та фестивалях.

Ключові слова: стійкий розвиток, харчові системи, Європейська кухня, сушений буряк, порошок равлика, оптимізація рецептури, м'ясні продукти.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285447

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ПОРОШКОПОДІБНОГО СУШЕНОГО МЕДУ (с. 59–64)

Tamara Tultabyeva, Urishbai Chomanov, Mukhtar Tultabayev, Aruzhan Shoman, Umyt Zhumanova, Rabiga Kasymbek, Bakhtiar Tultabyev

Об'єктом дослідження є виробництво порошкоподібного сушеного меду. Обмежене застосування меду в харчовій промисловості зумовлено його фізико-хімічними властивостями. В'язкість і липкість створюють проблеми під час його дозування, змішування, зберігання та транспортування.

Мед у вигляді порошку має високий товарний потенціал. Великими перевагами використання сухого меду є зменшення площі зберігання, простота обробки та дозування.

Мед характеризується органолептичними та фізико-хімічними показниками, що впливають на процес сушіння та якість кінцевого продукту.

Отриманий порошкоподібний сухий мед при дотриманні рекомендованих в даному дослідженні режимів сушіння зберіг усі свої корисні біологічні властивості. Вміст води, а також вміст сухих речовин у свіжому та висушеному меді відповідали критеріям складу меду.

Отже, зменшення вмісту води в процесі сушіння значно сприяє підвищенню стійкості меду при зберіганні.

Розроблена технологія передбачає зниження температури сушіння до 50 °C, що також позитивно впливає на харчову цінність кінцевого продукту.

Встановлено, що максимальна частка замерзлої вологи в процесі сублимації спостерігається при температурах від мінус 30 °C до мінус 40 °C залежно від сортів меду, а підвищення температури сушіння вище 40 °C скорочує тривалість сушіння. процесу сушіння, але може вплинути на якість виробу.

Порошкоподібний мед затребуваний у харчовій, фармацевтичній та косметичній промисловості, завдяки підвищеній точності дозування за рахунок сипучості висушеного меду. Але слід мати на увазі, що висушений мед дуже гігроскопічний через наявність цукрів і аморфного стану після сушіння.

Ключові слова: натуральний мед, порошкоподібний сухий мед, сублимаційна сушка, процес кристалізації, зберігання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284885

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЦУКРУ, ЗБАГАЧЕНОГО ПОБІЧНИМ ПРОДУКТОМ ПЕРЕРОБКИ ПЛОДІВ БУЗИНИ (с. 65–72)

Л. В. Баль-Прилипко, М. М. Самілик, Д. А. Корнієнко, М. З. Паска, Т. М. Рижкова, І. В. Яценко, І. В. Гноєвий, С. А. Ткачук, Н. В. Болгова, В. В. Соколенко

Буряковий кристалічний та пресований цукор на 99,61–99,7 % складається із сахарози, яка є джерелом енергії для організму. Проте, цей продукт не містить інших життєво необхідних нутрієнтів. Об'єктом дослідження є спосіб безвідходної переробки плодів бузини. В якості предмету дослідження використовували дикорослі плоди бузини чорної *Sambucus nigra* L. Попередньо очищені плоди бузини заморожували за температури -18 ± 2 °C, а після дефростації проводили їх осмотичну дегідратацію. Для цього використовували 70 % цукровий розчин, температурою 50 ± 5 °C (гідромодуль 1). Тривалість осмосу становила 1 годину. Похідний продукт, утворений в результаті осмотичної дегідратації плодів бузини (бузиновий сироп), використовували для збагачення цукру-піску у кількості 10 % до маси цукру. Після ретельного змішування із розчином, цукор висушували у лабораторній вакуумній сушарці. Антоціанові барвники, які містяться в плодах бузини, надають цукру яскравого рожевого забарвлення. Отриманий продукт мав характерний запах та присмак бузини. Методом високоефективної рідинної хроматографії досліджено склад цукру. Встановлено, що у збагаченому похідним продуктом бузини цукрі міститься $0,03\pm 0,02$ мг/100 г вітаміну С та $0,28\pm 0,02$ % флавоноїдів, що надає йому певних антиоксидантних властивостей. Поляриметричним методом у продукті, крім сахарози, виявлено глюкозу ($0,20\pm 0,02$) та фруктозу ($0,27\pm 0,02$). Аналіз амінокислотного спектру збагаченого цукру показав наявність в ньому 18 амінокислот (загальною кількістю 5,547 мг/100 г), в тому числі всіх незамінних. Найбільше у збагаченому цукрі виявлено, мг/100 г: тирозину (0,93), аланіну (0,79), фенілаланіну (0,752) та лейцину (0,749). Отримані результати свідчать про підвищення біологічної цінності та додаткові функціональні властивості збагаченого цукру.

Ключові слова: цукор збагачений, бузиновий сироп, антиоксидантні властивості, амінокислотний склад, прості вуглеводи.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.285406

РОЗРОБКА УНІВЕРСАЛЬНОГО АПАРАТА ДЛЯ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ М'ЯСО-РОСЛИННИХ ВАРЕНО-КОПЧЕНИХ ВИРОБІВ З ДОДАВАННЯМ У РЕЦЕПТУРУ СУШЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ВИСОКОГО СТУПЕНЯ ГОТОВНОСТІ (с. 73–82)

А. М. Загорулько, О. Є. Загорулько, Н. Л. Савицька, С. І. Міненко, А. М. Пугач, Н. О. Пономаренко, Р. В. Захарченко, О. А. Пікула

Об'єктом дослідження є процес копчення формованого м'ясо-рослинного виробу із додаванням сушеного напівфабрикату високого ступеня готовності на основі топінамбура, кабачків та моркви.

Комбіновані оздоровчі вироби задовільняють запит кінцевих споживачів на функціональні продукти нового покоління і вирішують технологічні задачі виробників відповідно до європейських методик конкурентоспроможності. Розширяють пропозиції продукції з раціональними поживними, смаковими, естетичними характеристиками, що відповідають сучасним трендам крафтових виробників, NoReCa бізнесу та очікуванням споживачів.

Розроблено універсальний апарат для термічної обробки м'ясо-рослинних виробів в умовах гарячого та холодного копчення на основі плівкоподібного резистивного електронагрівача випромінювального типу. Апарат використовує елементи Пельтьє розміщені на зовнішній поверхні димогенератора і за температури 45 °C утворюють низьковольтної напруги живлення ($\sim 3\text{--}4$ Вт) від перетворення вторинної теплоти. Холодне копчення реалізується в температурному діапазоні до 25 °C за умов покриття зовнішньої поверхні нагрівача змієвиковим теплообмінником, крізь який проходить охолоджуюча рідина. При гарячому копченні у теплообміннику знаходиться повітряне середовище (додаткова теплоізоляція камери).

Підтверджено рівномірність температурного поля м'ясо-рослинного виробу (хлібця діаметром $0,08\pm 0,01$ м) при гарячому копченні за умови досягнення в центрі батона 65 °C при загальній тривалості процесу – 5,5 годин. Внесення до рецептури м'ясних хлібців сушених напівфабрикатів високого ступеня готовності збільшує вихід продукту на 18 % та масову долю білка на 25 %. Вологоутримувальна здатність дослідного м'ясної виробу збільшується на 11 % при зниженні калорійності на 33 %, що свідчить про покращення його якісних показників порівняно з аналогом.

Ключові слова: м'ясо-рослинні варено-копчені вироби, універсальний апарат для копчення, гаряче та холодне копчення, плівковий електронагрівач.