



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233535

FORMATION OF EFFECTIVE CONCENTRATION OF FILM FORMING SUPERHYDROPHOBIC COATINGS BASED ON SILICON DIOXIDE

pages 6–9

Pavlo Sivolapov, Postgraduate Student, Department of Chemical Technology of Composition Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: pavlo.sivolapov@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7303-7179>

Oleksiy Myronyuk, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Technology of Composition Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: o.myronyuk@kpi.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0499-9491>

Denys Baklan, Postgraduate Student, Department of Chemical Technology of Composition Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: d.baklan@kpi.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6608-0117>

Taras Berehovyj, Department of Chemical Technology of Composition Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: pro100taras.beregovoi@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7752-0758>

The object of research is the hydrophobization of a coating based on styrene-acrylic copolymer and cellulose acetate butyrate with pyrogenic silicon dioxide. The hydrophobicity or hydrophilicity of a surface depends mainly on the chemical structure of the surface and its roughness. A relief hydrophilic surface will be wetted much more easily than a flat surface of the same material, and vice versa – an increase in the roughness of a hydrophobe is accompanied by a more pronounced repulsion of water. The size and number of irregularities significantly affect the wetting characteristics of the investigated surface. The combination of low surface energy and relief structure forms a superhydrophobic surface. Such surfaces have found application in self-cleaning, frost-resistant, antifriction, electrically conductive and oil-sorbing coatings. In this work, styrene-acrylic copolymer and cellulose acetate butyrate were used as a film former. Pyrogenic silicon dioxide Aerosil R 972, which was hydrophobized with dimethyldichlorosilane, was used as a nanofiller. In this work, the compositions were applied to laboratory glasses by dip coating. The determination of surface energy was carried out using glycerin and diiodomethane. The hydrophobic properties of the coatings were evaluated by measuring the contact angles with water using a goniometer. The analysis of the morphological structure of the coating surface with photographs of a scanning electron microscope has been carried out. The energy state of the surface of the created superhydrophobic coatings has been determined and their surface energies have been calculated using the technique based on the Owens-Wendt model. The process of hydrophobization of polymer-based coatings is investigated, which occurs both due to chemical modification with the introduction of silicon dioxide and due to the creation of nanoroughness of the surface layer of the coatings. The dependences of this process on materials are investigated using an electron microscope and the determination of their surface energy depending on the SiO₂

filling. The values of the critical concentration of the modifier for the transition of polymers to the superhydrophobic state have been determined. As a result, the influence of polymer crystallinity on hydrophobization was determined by comparing changes in the surface energy of materials during their modification.

Keywords: superhydrophobic coatings, fumed silica, Owens-Wendt method, surface energy, water-repellent surfaces.

References

1. Tóth, A., László, K. (2012). Chapter 5 – Water Adsorption by Carbons. Hydrophobicity and Hydrophilicity. *Novel Carbon Adsorbent*. Elsevier, 147–171. doi: <http://doi.org/10.1016/B978-0-08-097744-7.00005-3>
2. Livey, D. T., Murray, P. (1956). Surface Energies of Solid Oxides and Carbides. *Journal of the American Ceramic Society*, 39 (11), 363–372. doi: <http://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1956.tb15606.x>
3. Myronyuk, O., Dudko, V., Baklan, D., Melnyk, L. (2017). Study of structure influence on wear resistance of hierarchical superhydrophobic coatings. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (87)), 44–49. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103028>
4. Myronyuk, O., Raks, V. A., Baklan, D., Vasyliiev, G., Vanagas, E., Kurdil, N., Sivolapov, P. (2021). Water repellent coatings with hierarchical structures obtained on anodized aluminum with femtosecond laser ablation. *Applied Nanoscience*. doi: <http://doi.org/10.1007/s13204-021-01697-8>
5. Shirtcliffe, N. J., McHale, G., I. Newton, M. (2011). The superhydrophobicity of polymer surfaces: Recent developments. *Journal of Polymer Science Part B: Polymer Physics*, 49 (17), 1203–1217. doi: <http://doi.org/10.1002/polb.22286>
6. Kim, J., Choi, S. (2018). 11 – Superhydrophobicity. *Waterproof and water repellent textiles and clothing*. Oxford: Woodhead Publishing, 267–297. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-101212-3.00010-1>
7. Wenzel, R. N. (1936). resistance of solid surfaces to wetting by water. *Industrial & Engineering Chemistry*, 28 (8), 988–994. doi: <http://doi.org/10.1021/ie50320a024>
8. Cassie, A. B. D., Baxter, S. (1944). Wettability of porous surfaces. *Transactions of the Faraday Society*, 40, 546–551. doi: <http://doi.org/10.1039/tf9444000546>
9. Bhushan, B., Nosonovsky, M. (2010). The rose petal effect and the modes of superhydrophobicity. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 368 (1929), 4713–4728. doi: <http://doi.org/10.1098/rsta.2010.0203>
10. Rahmawan, Y., Moon, M.-W., Kim, K.-S., Lee, K.-R., Suh, K.-Y. (2009). Wrinkled, Dual-Scale Structures of Diamond-Like Carbon (DLC) for Superhydrophobicity. *Langmuir*, 26 (1), 484–491. doi: <http://doi.org/10.1021/la902129k>
11. Lu, H., Cai, R., Zhang, L.-Z., Lu, L., Zhang, L. (2020). Experimental investigation on deposition reduction of different types of dust on solar PV cells by self-cleaning coatings. *Solar Energy*, 206, 365–373. doi: <http://doi.org/10.1016/j.solener.2020.06.012>
12. Chen, H., Wang, F., Fan, H., Hong, R., Li, W. (2021). Construction of MOF-based superhydrophobic composite coating with excellent abrasion resistance and durability for self-cleaning, corrosion resistance, anti-icing, and loading-increasing research. *Chemical Engineering Journal*, 408, 127343. doi: <http://doi.org/10.1016/j.cej.2020.127343>
13. Li, P., Chen, X., Yang, G., Yu, L., Zhang, P. (2014). Preparation of silver-cuprous oxide/stearic acid composite coating with superhydrophobicity on copper substrate and evaluation of its friction-reduc-

- ing and anticorrosion abilities. *Applied Surface Science*, 289, 21–26. doi: <http://doi.org/10.1016/j.apsusc.2013.10.068>
14. Suryaprabha, T., Sethuraman, M. G. (2017). Design of electrically conductive superhydrophobic antibacterial cotton fabric through hierarchical architecture using bimetallic deposition. *Journal of Alloys and Compounds*, 724, 240–248. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.07.009>
 15. Barthwal, S., Barthwal, S., Singh, B., Bahadur Singh, N. (2020). Multifunctional and fluorine-free superhydrophobic composite coating based on PDMS modified MWCNTs/ZnO with self-cleaning, oil-water separation, and flame retardant properties. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 597, 124776. doi: <http://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124776>
 16. Owens, D. K., Wendt, R. C. (1969). Estimation of the surface free energy of polymers. *Journal of Applied Polymer Science*, 13 (8), 1741–1747. doi: <http://doi.org/10.1002/app.1969.070130815>
 17. Myronyuk, O. V., Prydatko, A. V., Sivolapov, P. V., Svidersky, V. A. (2014). Aspects of polymer surfaces wetting. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (67)), 23–26. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.20797>
 18. Van Oss, C. (2006). *Interfacial Forces in Aqueous Media*. Boca Raton: CRC Press. doi: <http://doi.org/10.1201/9781420015768>
 19. Liu, W., Zhou, Z., Liao, X., Li, C., Tang, H., Xie, M. et al. (2020). Tailoring ordered microporous structure of cellulose-based membranes through molecular hydrophobicity design. *Carbohydrate Polymers*, 229, 115425. doi: <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115425>
 20. Ozbay, S., Erbil, H. Y. (2014). Solution copolymerization of perfluoroalkyl ethyl methacrylate with methyl methacrylate and butyl acrylate: Synthesis and surface properties. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 452, 9–17. doi: <http://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2014.03.054>
 21. Shafrin, E. G., Zisman, W. A. (1960). Constitutive relations in the wetting of low energy surfaces and the theory of the retraction method of preparing monolayers. *The Journal of Physical Chemistry*, 64 (5), 519–524. doi: <http://doi.org/10.1021/j100834a002>
 22. Wypych, G.; Wypych, G. (Ed.) (2016). CAB cellulose acetate butyrate. *Handbook of Polymers*. ChemTec Publishing, 39–42. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-1-895198-92-8.50013-6>
 23. Siljanovska Petreska, G., Auschra, C., Paulis, M. (2018). Confinement driven crystallization of ABA crystalline-soft-crystalline block copolymers synthesized via RAFT mediated miniemulsion polymerization. *Polymer*, 158, 327–337. doi: <http://doi.org/10.1016/j.polymer.2018.10.073>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235243

RESEARCH INTO THE PROCESS OF CARBONATE CONVERSION OF PHOSPHOGYPSUM IN THE WATER MEDIA

pages 10–13

Dmytro Yelatontsev, PhD, Associate Professor, Department of Chemical Technology of Inorganic Substances, Dniprovsk State Technical University, Kamianske, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1043-418X>, e-mail: sauron11652@gmail.com

For a long time, the problem of phosphogypsum disposal was not given due attention, which led to the accumulation of huge reserves of this environmentally hazardous waste. Transportation of phosphogypsum in dumps and its storage requires significant capital investment and operating costs, as well as the allocation of large land areas. The storage of phosphogypsum harms the environment, as it leads to the entry of significant amounts of toxic substances into groundwater and the atmosphere. The object of the study was phosphogypsum, which is formed during the production of phosphoric

acid from apatites and phosphorites. To date, numerous studies have focused on finding effective ways to use phosphogypsum, but its composition usually limits its reuse. The research aims to study the scientific prerequisites for creating an effective control scheme for phosphogypsum by converting it to calcium carbonate. For this purpose, the chemical composition and technological parameters of phosphogypsum conversion from the dumps of «Dnipro Mineral Fertilizer Plant» (Kamianske, Ukraine) were studied. The proposed conversion method involved a reaction between phosphogypsum and aqueous NaOH solution to form Ca(OH)₂, which was converted to CaCO₃ by carbonization in a CO₂ stream. The influence of temperature on the conversion of phosphogypsum into Ca(OH)₂ has been established. The conversion was investigated at 25 °C, 40 °C, and 70 °C for 3 hours. It was found that at the first stage of the process the impurities contained in phosphogypsum were transferred to the precipitate of Ca(OH)₂. As a result of carbonization, low-quality CaCO₃ was obtained, which contained more than 10% of impurities. Increasing the duration of carbonization to 1 hour allowed to obtain CaCO₃ with content of Ca(OH)₂ < 4 %. The results of the study show that the method of carbonate conversion of phosphogypsum requires further optimization of technological parameters to improve the purity of the finished product.

Keywords: carbonate conversion phosphogypsum, sodium hydroxide, calcium hydroxide, carbon dioxide, carbonization, X-ray phase analysis, mass spectrometry, conversion temperature, mineralogical composition.

References

1. Kovalenko, H. D., Durasova, N. S. (2015). Otsinka radiatsiinoi nebezpeky khvostokhovyskh Prydniprovskoho khimichnoho zavodu dlia naselennia. *Yaderna ta radiatsiina bezpeka*, 3 (67), 49–53. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ydpb_2015_3_11
2. Nazarenko, O., Ivanchenko, A. (2020). Research on technology of complex processing of phosphogypsum. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 5, 109–114. doi: <http://doi.org/10.33271/nvngu/2020-5/109>
3. Walawalkar, M., Nichol, C. K., Azimi, G. (2016). Process investigation of the acid leaching of rare earth elements from phosphogypsum using HCl, HNO₃, and H₂SO₄. *Hydrometallurgy*, 166, 195–204. doi: <http://doi.org/10.1016/j.hydromet.2016.06.008>
4. Rashad, A. M. (2017). Phosphogypsum as a construction material. *Journal of Cleaner Production*, 166, 732–743. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.049>
5. Saadaoui, E., Ghazel, N., Ben Romdhane, C., Massoudi, N. (2017). Phosphogypsum: potential uses and problems – a review. *International Journal of Environmental Studies*, 74 (4), 558–567. doi: <http://doi.org/10.1080/00207233.2017.1330582>
6. Wang, J. (2020). Utilization effects and environmental risks of phosphogypsum in agriculture: A review. *Journal of Cleaner Production*, 276, 123337. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123337>
7. Lin, J., Sun, W., Desmarais, J., Chen, N., Feng, R., Zhang, P. et al. (2018). Uptake and speciation of uranium in synthetic gypsum (CaSO₄·2H₂O): Applications to radioactive mine tailings. *Journal of Environmental Radioactivity*, 181, 8–17. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2017.10.010>
8. Masmoudi-Soussi, A., Hammam-Nasri, I., Horchani-Naifer, K., Férid, M. (2020). Rare earths recovery by fractional precipitation from a sulfuric leach liquor obtained after phosphogypsum processing. *Hydrometallurgy*, 191, 105253. doi: <http://doi.org/10.1016/j.hydromet.2020.105253>
9. Hammam-Nasri, I., Horchani-Naifer, K., Férid, M., Barca, D. (2019). Production of a rare earths concentrate after phosphogypsum treatment with dietary NaCl and Na₂CO₃ solutions. *Minerals Engineering*, 132, 169–174. doi: <http://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.12.013>

10. Cárdenas-Escudero, C., Morales-Flórez, V., Pérez-López, R., Santos, A., Esquivias, L. (2011). Procedure to use phosphogypsum industrial waste for mineral CO₂ sequestration. *Journal of Hazardous Materials*, 196, 431–435. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.09.039>
11. Levenets, V. V., Azhazha, V. M. (1999). Primenenie yadernofizicheskikh metodov dlya elementnogo analiza veschestva. *ISPM-7. Fizicheskie i yadernofizicheskie metody analiza*, 7, 138–141.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235471

OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF THE EXTRACTION PROCESS OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF GRASS ADONIS VERNALIS

pages 14–18

Anna Kravych, PhD, Assistant, Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7402-2689>, e-mail: anna.s.kravych@lpnu.ua

Roksolana Konechna, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology, Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6420-9063>, e-mail: rkonechna@ukr.net

The object of this research is the herb *Adonis vernalis* and hydroalcoholic extracts obtained on its basis. By the nature of the action, the drugs *Adonis vernalis* belong to the group of cardiac glycosides and occupy an intermediate place between strophanthin and digitalis. In official medicine, biologically active compounds of *Adonis vernalis* are included in drugs such as Cardiovalen, Adonis-bromine, Caridiolin and Cardiophyte. In the extemporal formulation, the extract is part of the Bechterew's medicine. Until recently, scientists have made significant progress in studying the phytochemical and pharmacological action of the herb *Adonis vernalis*. However, one should not be limited to the use of *Adonis vernalis* only for stimulating cardiac activity, one should also consider the promising antioxidant effect of flavonoids and phenolic compounds that are contained in this medicinal plant. Also, studies of the extraction conditions of the herb *Adonis vernalis* are not described in the scientific literature.

The study carried out the extraction of the grass *Adonis vernalis* by various methods (static and dynamic). The type of extract was chosen as the most rational, which provides the maximum yield of extractives (phenolic compounds and cardiac glycosides). For this, the optimal extraction conditions were selected, namely, the particle size, the type of extractant, the value of the hydromodule and the extraction method. Accordingly, the optimal particle diameter for maximum extraction of biologically active substances of the herb *Adonis vernalis* is 2.5 mm, the optimal extractant is 70 % ethyl alcohol, the ratio of raw materials: extractant is 1:10, the optimal extraction method is maceration with constant stirring. Phytochemical studies of the quantitative composition of the main groups of biologically

active substances were carried out using calorimetric and spectrophotometric methods of analysis.

As a result of the optimization of the process and its introduction into production on an industrial scale, the value added effect will be achieved. And also a high-quality product has been created that will compete with broad-spectrum drugs already existing on the market.

Keywords: flavonoids, cardiac glycosides, phenolic compounds, *Adonis vernalis*, extraction process, optimal conditions, extraction method.

References

- Orhan, I. E., Gokbulut, A., Senol, F. S. (2017). *Adonis* sp., *Convalaria* sp., *Strophanthus* sp., *Thevetia* sp., and *Leonurus* sp. – Cardio-tonic Plants with Known Traditional Use and a Few Preclinical and Clinical Studies. *Current Pharmaceutical Design*, 23 (7), 1051–1059. doi: <http://doi.org/10.2174/1381612822666161010104548>
- Hershtun, A. O., Petrina, R. O. (2016). Vyroshchuvannya horytsvitu vesnianoho (*Adonis vernalis*) v umovakh in vitro. *Khimiia, tekhnolohiia ta zastosuuvannya rechozyn*, 841 (80), 133–137.
- Chernobai, V. T., Komissarenko, N. F., and Litvinenko, V. I. (1968). Structure of flavonoid glycoside from *Adonis vernalis*. *Khim. Prir. Soedin.*, 4, 51.
- Gostin, I. N. (2011). Anatomical and micromorphological peculiarities of *Adonis vernalis* L. (Ranunculaceae). *Pakistan Journal of Botany*, 43, 811–820.
- Kim, S.-J., Pham, T.-H., Bak, Y., Ryu, H.-W., Oh, S.-R., Yoon, D.-Y. (2018). Orientin inhibits invasion by suppressing MMP-9 and IL-8 expression via the PKC α /ERK/AP-1/STAT3-mediated signaling pathways in TPA-treated MCF-7 breast cancer cells. *Phytomedicine*, 50, 35–42. doi: <http://doi.org/10.1016/j.phymed.2018.09.172>
- Derzhavna Farmakopeia Ukrainy. (2001). Kharkiv: RIREH, 376.
- Tabart, J., Kevers, C., Evers, D., Dommes, J. (2011). Ascorbic Acid, Phenolic Acid, Flavonoid, and Carotenoid Profiles of Selected Extracts from *Ribes nigrum*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59 (9), 4763–4770. doi: <http://doi.org/10.1021/jf104445c>
- Skotti, E., Anastasaki, E., Kanellou, G., Polissiou, M., Tarantilis, P. A. (2014). Total phenolic content, antioxidant activity and toxicity of aqueous extracts from selected Greek medicinal and aromatic plants. *Industrial Crops and Products*, 53, 46–54. doi: <http://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.12.013>
- Romanenko, Y. A., Koshovyi, O. M., Komissarenko, A. M., Golembiovska, O. I., Gladyshev, Y. I. (2018). The study of the chemical composition of the components of the motherwort herb. *News of Pharmacy*, 3 (95), 34–38. doi: <http://doi.org/10.24959/nphj.18.2222>
- Simonovska, B., Vovk, I., Andrenšek, S., Valentová, K., Ulrichová, J. (2003). Investigation of phenolic acids in yacon (*Smallanthus sonchifolius*) leaves and tubers. *Journal of Chromatography A*, 1016 (1), 89–98. doi: [http://doi.org/10.1016/S0021-9673\(03\)01183-X](http://doi.org/10.1016/S0021-9673(03)01183-X)
- Liu, F. F., Ang, C. Y. W., Springer, D. (2000). Optimization of Extraction Conditions for Active Components in *Hypericum perforatum* Using Response Surface Methodology. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48 (11), 5788–5788. doi: <http://doi.org/10.1021/jf001124y>

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235288

EVALUATION OF EFFICIENCY AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF LEACHING METALS FROM ORE: WAYS OF DEVELOPMENT AND PROSPECTS

pages 19–26

Vasil Lyashenko, PhD, Senior Researcher, Head of Department, Research Department, State Enterprise «Ukrainian Research and

Design Institute of Industrial Technology», Zhovti Vody, Ukraine, e-mail: ipt@iptzw.org.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8361-4179>

Oleh Khomenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Mining Engineering and Education, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: rudana.in.ua@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7498-8494>

Tatiana Chekushina, PhD, Leading Researcher, Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: taniya_ch@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9261-1105>

Tamara Dudar, Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Associate Professor, Department of Environmental Science, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: dudar@nau.edu.ua

Fedor Topolnij, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of General Agriculture, State Higher Educational Institution «Central Ukrainian National Technical University», Kropyvnytskyi, Ukraine, e-mail: topolnij@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3363-4646>

The object of research is traditional mining technologies and technical means in combination with underground block leaching (UBL) of metals from rock ores with their preliminary crushing with explosives in installations mounted in mine workings. One of the most problematic areas is the difficulty of achieving a given crushing quality, as well as the required height of ore storage in the chamber for the subsequent leaching of metals and a loosening factor, taking into account the control of the energy of explosive destruction of rock ores.

The study used:

– data from literary sources and patent documentation in the field of technologies and technical means for UBL of metals from ores in energy disturbed massifs, substantiation of technological parameters of operational blocks;

– laboratory and production experiments;

– physical modeling of metal extraction from ores from the average linear size of a piece of blasted ore.

Analytical studies, comparative analysis of theoretical and practical results using standard and new methods were carried out with the participation of the authors. It was found that the most intensive infiltration leaching occurs when the size class of ore lumps is –100+0 mm. Metals are extracted from fractions –200+100 mm less intensively and for a longer time. To neutralize and flush the spent ore mass, it is recommended to treat it with lime solution and mine water through wells for supplying leaching solutions (irrigation system). The protection of the hydrogeological environment is carried out by silting the bottom of the chamber for collecting productive solutions with clay solution and by constant monitoring of mine water pollution in the zone of UBL influence. On the basis of the positive results obtained from the study and implementation of technologies for UBL of metals from rock ores during the development of block 5–86, in accordance with the recommendations issued, the same approach was used for blocks 5–84–86 and 5–88–90, as well as industrial experimental block 1–75–79. Due to the involvement in the production of standard ores, the raw material base for the extraction of metals, at the operating mines, can be increased by 1.4–1.6 times.

The research results can be used in underground mining of ore deposits of complex structure in Ukraine, the Russian Federation, the Republic of Kazakhstan and other developed mining countries of the world.

Keywords: ore deposits, underground mining, block leaching, mine workings, environmental safety.

References

- Golik, V., Mitsik, M., Morkun, V., Morkun, N., Tron, V. (2019). Transportation of concentration and leaching tailings in underground mining of metal deposits. *Mining of Mineral Deposits*, 13 (2), 111–120. doi: <http://doi.org/10.33271/mining13.02.111>
- Aben, E., Markenbayev, Z., Khairullaev, N., Myrzakhmetov, S., Aben, K. (2019). Study of change in the leaching solution activity after treatment with a cavitator. *Mining of Mineral Deposits*, 13 (4), 114–120. doi: <http://doi.org/10.33271/mining13.04.114>
- Malanchuk, Z., Korniienko, V., Malanchuk, Y., Soroka, V., Vasylichuk, O. (2018). Modeling the formation of high metal concentration zones in man-made deposits. *Mining of Mineral Deposits*, 12 (2), 76–84. doi: <http://doi.org/10.15407/mining12.02.076>
- Stupnik, M., Kalinichenko, O., Kalinichenko, V., Pysmennyi, S., Morhun, O. (2018). Choice and substantiation of stable crown shapes in deep-level iron ore mining. *Mining of Mineral Deposits*, 12 (4), 56–62. doi: <http://doi.org/10.15407/mining12.04.056>
- Lyashenko, V., Khomenko, O., Chekushina, T., Topolnij, F., Dudar, T. (2020). Assessment of environmental and resource-saving technologies and technical means for processing and disposal of man-made formations and waste. *Technology Audit and Production Reserves*, 4 (3 (54)), 21–28. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.210666>
- Lyashenko, V., Khomenko, O., Topolnij, F., Helevera, O. (2020). Substantiation of technologies and technical means for disposal of mining and metallurgical waste in mines. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (3 (53)), 4–11. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.200897>
- Mosinets, V. N. (1976). *Drobyashee i seismicheskoe deystvie vzryva v gornyykh porodakh*. Moscow: Nedra, 271.
- Mosinets, V. N., Abramov, A. V. (1982). *Razrushenie treschinovykh i narushennykh porod*. Moscow: Nedra, 248.
- Mosinets, V. N., Lobanov, D. P., Tedeev, M. N., Abramov, A. V., Kapkanschikov, A. M., Arapov, G. P., Bubnov, V. K.; Mosinets, V. N. (Ed.) (1987). *Stroitelstvo i ekspluatatsiya rudnikov podzemnogo vyselachivaniya*. Moscow: Nedra, 304.
- Chernov, A. P. (Ed.) (2001). *Dobycha i pererabotka uranovykh rud v Ukraine*. Kyiv: ADEF-Ukraina, 238.
- Sadovskiy, M. A. (1997). *Geofizika i fizika vzryva*. Moscow: Nedra, 334.
- Luzin, B. S. (2003). Metodika opredeleniya parametrov sorbtionnogo peredela produktivnykh rastvorov vyselachivaniya. *Geologiya i okhrana nedr*, 3 (8), 59–60.
- DSTU 4704:2008. (2009). *Provedennia promyslovykh vybukhiv. Normy seismichnoi bezpeky*. Kyiv: Derzhstandart Ukrainy, 10.
- Arens, V. Zh., Babichev, N. I., Bashkatov, A. D., Gridin, O. M., Khrulev, A. S., Khcheyan, G. Kh. (2011). *Skvazhinnaya gidrodobycha poleznykh iskopaemykh*. Moscow: «Gornaya kniga», 295.
- Kaplunov, D. R., Kalmykov, V. N., Rylnikova, M. V. (2003). *Kombinirovannaya geotekhnologiya*. Moscow: Ruda i Metally, 558.
- Volkov, Yu. V., Sokolov, I. V. (2011). Optimizatsiya podzemnoy geotekhnologii v strategii osvoiniya rudnykh mestorozhdeniy kombinirovannym sposobom. *Gorniy zhurnal*, 11, 41–44.
- Sokolov, I. V., Antipin, Yu. G. (2012). Sistematizatsiya i ekonomiko-matematicheskoe modelirovanie variantov vskrytiya podzemnykh zapasov pri kombinirovannoy razrabotke mestorozhdeniy. *Gorniy zhurnal*, 1, 67–71.
- Svyatetskii, V. S., Litvinenko, V. G., Morozov, A. A. (2012). O vozmozhnosti i usloviyakh primeneniya blochnogo podzemnogo vyselachivaniya uranovykh rud Streltsovskogo mestorozhdeniya. *Gorniy zhurnal*, 10, 90–95.
- Trubetskoy, K. N. (2014). *Razvitie resursosberegayuschikh i resursovosproizvodnykh geotekhnologiy kompleksnogo osvoiniya mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh*. Moscow: IPKON RAN, 196.
- Komaschenko, V. I. (2015). Environmental-economical expediency of utilizing mining-industrial wastes for their converting. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 4, 23–30.
- Golik, V. I., Razorenov, Yu. I., Stradanchenko, S. G., Khasheva, Z. M. (2015). Principles and economic efficiency of ore mining technology

- combination. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*, 326 (7), 6–14.
22. Karamushka, V. P., Kamnev, E. N., Kuzin, R. Z. (2014). *Rekultivatsiya obektov dobychi i pererabotki uranovykh rud*. Moscow: Izdatelstvo «Gornaya kniga», 183.
 23. Lyashenko, V. I., Kisliy, P. A., Dyatchin, V. Z. (2015). Radiometricheskaya predkontsentratsiya uranovykh rud. *Obogaschenie rud*, 1, 3–9.
 24. Morozov, A. A., Yakovlev, M. V. (2016). Off-balance uranium ores formed at development of the streltsovsky ore field involvement in processing. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 12, 174–181.
 25. Golik, V. I., Razorenov, Yu. I., Lyashenko, V. I. (2017). Improvement of development mining schemes for underground leaching metals. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*, 3, 124–135.
 26. Rylnikova, M. V., Vladimirov, D. YA., Pytalev, I. A., Popova, T. M. (2017). Robotizirovannyye geotekhnologii kak put povysheniya effektivnosti i ekologizatsii osvoeniya nedr. *Fiziko-tekhmicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh*, 1, 92–101.
 27. Lyashenko, V. I., Golik, V. I. (2017). Scientific and engineering supervision of uranium production development. *Achievements and challenges. Mining informational and analytical bulletin*, 7, 137–152. doi: <http://doi.org/10.25018/0236-1493-2017-7-0-137-152>
 28. Gavrishev, S. E., Kornilov, S. N., Pytalev, I. A., Gaponova, I. V. (2017). Povyshenie ekonomicheskoy effektivnosti gornodobyvayuschikh predpriyatii za schet vovlecheniya v ekspluatatsiyu tekhnogennykh georesursov. *Gorniy zhurnal*, 12, 46–51.
 29. Golik, V. I., Razorenov, Yu. I., Lyashenko, V. I. (2018). Conditions of leaching non-ferrous metals from non-commercial reserves. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 329 (6), 6–16.
 30. Lyashenko, V. I., Golik, V. I., Dyatchin, V. Z. (2020). Storage of tailings in the form of a hardened mass in underground mined-out spaces and tailings facilities. *Obogaschenie Rud*, 1, 41–47. doi: <http://doi.org/10.17580/or.2020.01.08>
 31. Kamnev, E. N., Karamushka, V. P., Seleznev, A. V., Morozov, V. N., Hiller, A. (2020). Ecology of uranium mine closure: problems and solutions (in terms of Russia, CIS countries and Germany). *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 5, 26–39. doi: <http://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-5-0-26-39>
 32. Golik, V. (2020). Metal leaching technologies – the way of reanimation of mining Ossetia. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 12 (2), 273–282. doi: <http://doi.org/10.21177/1998-4502-2020-12-2-273-282>
 33. Kovalchuk, I., Tobilko, V., Kholodko, Y., Zahorodniuk, N., Kornilovych, B. (2020). Purification of mineralized waters from U(VI) compounds using bentonite/iron oxide composites. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (3 (53)), 12–18. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.205146>
 34. Golik, V., Dmitrak, Y., Gabaraev, O., Zasseev, I. (2021). Prospects for the deposits development in Ossetia. *Sustainable Development of Mountain Territories*, 13 (1), 103–111. doi: <http://doi.org/10.21177/1998-4502-2021-13-1-103-111>
 35. Liashenko, V. Y., Khomenko, O. E., Andreev, B. N., Holyk, V. Y. (2021). Justification of drill and blast pattern designs for ore treatment before in-situ leaching. *Gorniy informatsionno-analiticheskiy byulleten*, 3, 58–71.
 36. Ovseychuk, V. A., Zozulia, A. M. (2021). Improvement of in-situ leaching: a case-study of the streltsovo ore field. *Mining informational and analytical bulletin*, 3-1, 26–33.
 37. Rybnikova, L. S., Rybnikov, P. A. (2019). Regularities of groundwater quality formation at the abandoned copper mines of Levikha ore field (Middle Urals, Russia). *Geokhimiya*, 64 (3), 282–299. doi: <http://doi.org/10.31857/s0016-7525643282-299>
 38. Kornilovych, B., Wireman, M., Ubaldini, S., Guglietta, D., Koshik, Y., Caruso, B., Kovalchuk, I. (2018). Uranium Removal from Groundwater by Permeable Reactive Barrier with Zero-Valent Iron and Organic Carbon Mixtures: Laboratory and Field Studies. *Metals*, 8 (6), 408. doi: <http://doi.org/10.3390/met8060408>
 39. Kovalchuk, I. A., Pylypenko, I. V., Kornilovych, B. Yu., Bashchak, O. Ye. (2019). Sorbtsiine ochyshchennia mineralizovanykh pidzemnykh vod vid spoluk uranu z vykorystanniam pilarovanykh hlyn. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy*, 10, 80–88.
 40. Antoninova, N. Y., Sobenin, A. V., Shubina, L. A. (2020). Assessment of usability of industrial waste in construction of geochemical barriers. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 12, 78–88. doi: <http://doi.org/10.25018/0236-1493-2020-12-0-78-88>

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235246

MODELING OF FATTY ACID COMPOSITION OF COMBINED FOOD PRODUCTS

pages 27–33

Alina Kopiiko, Postgraduate Student, Department of Milk Technology, Oil and Fat Products and Beauty Industry, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4137-3116>, e-mail: alina.kopeiko19@gmail.com

Nataliia Tkachenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Milk Technology, Oil and Fat Products and Beauty Industry, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2557-3927>, e-mail: nataliia.n2013@gmail.com

Maryna Mardar, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Marketing, Business and Trade, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0831-500X>, e-mail: marinamardar2003@gmail.com

Denys Honcharov, Postgraduate Student, Department of Milk Technology, Oil and Fat Products and Beauty Industry, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2472-5052>, e-mail: dns93@ukr.net

The object of research is the fatty acid composition of the milk-fat base for combined food products of a healthy diet. The biological effectiveness of fats is determined by the ratio of saturated (SFA), monounsaturated (MUFA) and polyunsaturated (PUFA) fatty acids, including the ratio of omega-3 PUFA:omega-6 PUFA. Not all foods have a balanced fatty acid composition, in particular, dairy products contain excessive amounts of SFAs, the excessive consumption of which leads to an increase in blood cholesterol levels, which increases the risk of cardiovascular disease. The amount of mono- and polyunsaturated fatty acids, essential in nutrition, in milk fat (and, accordingly, in dairy products) is insufficient. Therefore, this study is aimed at developing the composition of the milk-fat base with a balanced fatty acid composition using natural vegetable oils.

The work substantiates the expediency of using vegetable oils, namely pumpkin seed as a source of monounsaturated fatty acids, rice bran oil as a source of polyunsaturated fatty acids, to optimize the ratio of SFA: MUFA: PUFA when combined with milk fat in multicomponent food products. The fatty acid composition of the milk-fat base has been optimized using a three-component mixture of fats – milk fat, pumpkin seed oil and refined rice bran oil. The ratio of fatty acids in the milk-fat base for the production of food products with a balanced fatty acid composition (SFA:MUFA:PUFA – 0.442:0.403:0.155) has been determined, which is achieved with the optimal ratio of milk fat: rice bran oil: pumpkin seed oil – 20.2:70.5:9.3. Recommendations are given on the use of the developed milk-fat base with a balanced fatty acid composition in the production of combined dairy-vegetable food products. Since today dairy products with a balanced fatty acid composition are presented in limited quantities in the global consumer market, the implementation of research will expand the niche of «healthy food». And correctly conducted marketing activities, which are proposed in this work, will allow to gain a foothold in the market of healthy food products with a balanced chemical composition and an affordable price.

Keywords: milk-fat base, balanced fatty acid composition, milk fat, pumpkin oil, rice bran oil.

References

- Gavrilova, N. B. (2004). *Biotehnologiya kombinovanykh molochnykh produktov*. Omsk: Va-riant-Sibir', 224.
- Beare, J. L. (1987). *Lipid in modern nutrition*. New York: Raven Press, 248.
- Levitskiy, A. P. (2002). *Ideal'naya formula zhirovogo pitaniya*. Odesa: NPA «Odesskaya biotehnologiya», 61.
- Simopoulos, A. P. (2008). The Importance of the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio in Cardiovascular Disease and Other Chronic Diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233 (6), 674–688. doi: <https://doi.org/10.3181/0711-mr-311>
- Tkachenko, N. A., Kurenkova, O. A., Kasianova, A. Yu. (2015). Spread with synbiotic properties – new products in butter & fat industry. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterinarnoi medytsyny ta biotehnolohii im. Gzhytskoho*, 17 (1 (61)), 116–127.
- O'Brayen, R. (2007). *Zhiry i masla. Proizvodstvo, sostav i svoystva, primeneniye*. Sankt-Peterburg: Professiya, 752.
- Smoliar, V. I. (2006). Kontsepsiya idealnoho zhyrovoho kharchuvannia. *Problemy kharchuvannia*, 4, 14–24.
- Haun, W., Coffman, A., Clasen, B. M., Demorest, Z. L., Lowy, A., Ray, E. et al. (2014). Improved soybean oil quality by targeted mutagenesis of the fatty acid desaturase 2 gene family. *Plant Biotechnology Journal*, 12 (7), 934–940. doi: <https://doi.org/10.1111/pbi.12201>
- Peshuk, L. V., Radziivska, I. H., Shtyk, I. I. (2011). Biolohichna rol zhyrnykh kyslot tvarynnoho pokhodzhennia. *Kharchova promyslovist*, 10-11, 42–45.
- Didukh, N. A., Chaharovskiy, O. P., Lysohor T. A. (2008). *Zakvashuvalni kompozytsiyi dlia vyrobnytstva molochnykh produktiv funktsionalnoho pryznachennia*. Odesa: Vydavnytstvo «Polihraf», 236.
- Nekrasov, P. O. (2010). *Rozrobka retseptur marharyniv funktsionalnoho pryznachennia metodom matematychnoho modeluvannia*. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI», 30, 205–214.
- Box, G. E. P., Draper, N. R. (2007). *Response surfaces, mixtures, and ridge analyses*. John Wiley & Sons. doi: <https://doi.org/10.1002/0470072768>
- Tkachenko, N., Nekrasov, P., Makovska, T., Lanzhenko, L. (2016). Optimization of formulation composition of the low-calorie emulsion fat systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (81)), 20. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.70971>
- Tkachenko, N., Nekrasov, P., Vikul, S., Honcharuk, Y. (2017). Modeling formulae of strawberry whey drinks of prophylactic application. *Food Science and Technology*, 11 (1). doi: <https://doi.org/10.15673/fst.v11i1.303>
- Zaytseva, L. V., Nechaev, A. P., Bessonov, V. V. (2012). *Trans-izomery zhyrnykh kyslot: istoriya voprosa, aktual'nost' problemy, puti resheniya*. Moscow: DeLi plyus, 56.
- Zaytseva, L. V., Nechaev, A. P. (2015). Biohimicheskie aspekty potrebleniya trans-izomerov zhyrnykh kyslot. *Voprosy dietologii*, 2 (4), 17–23.
- Levachov, M. M., Garbuzov, A. G., Ivaschenko, N. V. (1986). Razvitie issledovaniy v oblasti otsenki biologicheskogo deystviya zhirovoy chasti ratsionov pitaniya. *Teoreticheskie i klinicheskie aspekty nauki o pitanii*, VII, 34–44.
- Simopoulos, A. P., Kifer, R. R., Martin, R. E. (Eds.) (1986). *Health Effects of Polyunsaturated Fatty Acids in Seafoods*. Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/c2012-0-01660-2>
- Galli, C., Fedeli, E. (Eds.) (1987). *Fat Production and Consumption. Technologies and Nutritional Implications*. Springer, 336. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9495-6>
- Reddy, B. S., Burill, C., Rigotty, J. (1991). Effect of diets high in ω-3 and ω-6 fatty acids on initiation and postinitiation stages of colon carcinogenesis. *Cancer Research*, 51, 487–491.
- Matvieieva, T. V. (2015). Sposoby odezhannia indyvidualnykh polinenasychenykh zhyrnykh kyslot. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «Kharkivskiy politekhnichnyi instytut». Seriya: Innovatsiyni doslidzhennia u naukovykh robotakh studentiv*, 44 (1153), 30–33.
- Tsisaryk, O. Y., Dronyk, H. V. (2008). Zhynokyslotnyi sklad molochnoho zhyru koriv. *Biolohiya tvaryn*, 10 (1/2), 84–102.
- Kopyiko, A. V., Tkachenko, N. A., Chaharovskiy, O. P., Izbash, Ye. O. (2017). Pat. No. 123828 UA. *Sposib vyrobnytstva probiotychnoho molochno-rysovoho yohurtovoho napoiu zi zbalansovanykh khimichnykh skladom*. No. u201709342; declared: 25.09.2017; published: 12.03.2018, Bul. No. 5.
- Tkachenko, N. A., Nekrasov, P. O., Kopyiko, A. V. (2016). Mathematical modelling of the component composition of combined yoghurt drinks. *Zernovi produkty i kombikormy*, 61 (1), 20–25.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235270

ANALYSIS OF THE PECTIN EXTRACTION PROCESS AT RECYCLING OF SECONDARY MATERIAL RESOURCES

pages 34–39

Oksana Chabanova, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Dairy, Olive-Fat Products and Beauty Industry, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: oksana_chabanova17@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1455-2987>

Sergii Bondar, PhD, Associate Professor, Department of Ecology and Environmental Technologies, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: sergej.nik.bondar@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7908-2074>

Yeoheni Kotliar, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Dairy, Olive-Fat Products and Beauty Industry, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: yeoheni11@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0263-3939>

Tatiana Nedobychuk, PhD, Associate Professor, Department of Commodity Science and Customs, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: nedobeychuk@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8030-0198>

Yakiv Verkhivker, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Commodity Science and Customs, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: yaverkhivker@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2563-4419>

The object of research is the secondary material resources of processing plant and animal raw materials, namely fruit pomace and milk whey. One of the most problematic areas is that the waste of these industries has high rates of biological and chemical oxygen consumption of wastewater, which significantly impairs the operation of local and city treatment facilities. In addition, the parameters of extraction and determination of the quality indicators of the obtained product are not well defined. The processing of whey and pomace of fruit crops can reduce the environmental burden on the environment and increase the efficiency of technological processes through resource conservation and obtaining a surplus product. The problem is solved, in particular, by using the process of extracting plant waste using milk whey and the process of energy-saving membrane concentration.

In the course of the study, let's use pectin-containing plant waste from juice production, namely watermelon, pumpkin, quince, beetroot, apple and a mixture of orange and tangerine pomace. The results obtained indicate that the process of extracting apple pomace with milk whey is promising, since the highest pectin content in the extract is established for apple pomace. The main amount of pectin substances passes into the extract starting from 75 minutes to 90 minutes. Extraction-hydrolysis for 2 hours at a temperature of 85 °C, pH=2–2.5 units determines the best results. Ultrafiltration of the obtained extract makes it possible to increase the pectin content up to 3.0 % with a protein content of more than 6.0 %. The membranes used in the experiment are characterized by high selectivity for protein and pectin. The fact is established that diafiltration makes it possible to effectively purify whey-pectin concentrates from ballast impurities with simultaneous enrichment of the concentrate with high-molecular components of whey. A technological scheme for the production of pectin-whey concentrate with high organoleptic and detoxification characteristics is proposed. The proposed technological process has a number of positive features, in particular, a high content of pectin substances, high value indicators, a significant reduction in the burden on the environment, economic benefits through energy conservation and obtaining a surplus product.

Keywords: whey, juice production waste, pectin extraction, ultrafiltration, pectin substances, pectin-whey concentrate, waste disposal.

References

- Kalaytsidi, L. Yu. (1998). *Biohimicheskoe obosnovanie i razrabotka tekhnologii pektinov s zadannymi kompleksobrazuyuschimi svoystvami iz razlichnykh vidov rastitel'nogo syr'ya*. Krasnodar, 162.
- Rao, M., Lopes da Silva, J. (2006). Pectins. *Food Polysaccharides and Their Applications*, 353–411. doi: <https://doi.org/10.1201/9781420015164.ch11>
- About IPPA. Available at: <https://ippa.info/about-ippa/#index>
- Seymour, G. B., Knox, J. P. (Eds.) (2002). *Pectins and their manipulation*. Blackwell Publishing, 262.
- Karpovich, N. S., Donchenko, L. V., Nelina, V. V., Kompantsev, V. A., Mel'nik, G. S. (1989). Pektin. *Proizvodstvo i primenenie*. Kyiv: «Urozhay», 21–35.
- Deinychenko, H. V., Mazniak, Z. O., Huzenko, V. V. (2011). Osoblyvosti zastosuvannya nanotekhnolohiy u vyrobnytstvi pektynovykh konsentrativ. *Naukovi zdobutky molodi – vyrishenniu problem kharчування liudstva u XXI stolitti. 77 vseukr. nauk.-prakt. konf. molydykh vchenykh i studentiv*. Kyiv: NUKhT, 75.
- Li, J., Chase, H. A. (2010). Applications of membrane techniques for purification of natural products. *Biotechnology Letters*, 32 (5), 601–608. doi: <https://doi.org/10.1007/s10529-009-0199-7>
- Tekhnolohiya otrymannia pektynovoho konsentratu z buriakovoho zhomu. Available at: <https://nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2018/04/pektynovij-konsentrat.pdf>
- Kumar, A., Chauhan, G. S. (2010). Extraction and characterization of pectin from apple pomace and its evaluation as lipase (steapsin) inhibitor. *Carbohydrate Polymers*, 82 (2), 454–459. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.05.001>
- Miceli-Garcia, L. (2014). Pectin from Apple Pomace: Extraction, Characterization, and Utilization in Encapsulating α -Tocopherol Acetate. University of Nebraska – Lincoln, 118. Available at: <https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1040&context=foodscidiss>
- Yapo, B. M. (2011). Pectic substances: From simple pectic polysaccharides to complex pectins – A new hypothetical model. *Carbohydrate Polymers*, 86 (2), 373–385. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.05.065>
- Zykwinska, A., Boiffard, M.-H., Kontkanen, H., Buchert, J., Thibault, J.-F., Bonnin, E. (2008). Extraction of Green Labeled Pectins and Pectic Oligosaccharides from Plant Byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (19), 8926–8935. doi: <https://doi.org/10.1021/jf801705a>
- Nguyen, M. H. (2003). *Membrane Technology Applications in the Food Industry, with Reference to Food Processing and Cleaner Production*. University of Technology, Sydney, 317.
- Bondar, S., Chabanova, A., Chabanova, O. (2013). Using the residues from fruit and vegetable canning pectin extracts. *Ekolohichna bezpeka*, 2, 70–73.
- Muhidinov, Z. K., Fishman, M. L., Avloev, K. K., Norova, M. T., Nasridinov, A. S., Khalikov, D. K. (2010). Effect of temperature on the intrinsic viscosity and conformation of different pectins. *Polymer Science Series A*, 52 (12), 1257–1263. doi: <https://doi.org/10.1134/s0965545x10120035>
- Virk, B. S., Sogi, D. S. (2004). Extraction and Characterization of Pectin from Apple (Malus Pumila. Cv Amri) Peel Waste. *International Journal of Food Properties*, 7 (3), 693–703. doi: <https://doi.org/10.1081/jfp-200033095>
- Canteri-Schemin, M. H., Fertonani, H. C. R., Waszczynskij, N., Wosiacki, G. (2005). Extraction of pectin from apple pomace. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48 (2), 259–266. doi: <https://doi.org/10.1590/s1516-89132005000200013>
- Inihov, G. S., Brio, N. P. (1971). *Metody analiza moloka i molochnykh produktov*. Moscow: Pischevaya promyshlennost', 423.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235533

EFFECT OF HEAT TREATMENT WITH BIOPREPARATION ON THE QUALITY OF TOMATO FRUIT DURING STORAGE

pages 40–45

Olesia Priss, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technology of Processing and Storage of Agricultural Products, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine, e-mail: olesyapriss@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6395-4202>

Valentina Zhukova, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Processing and Storage of Agricultural Products, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine, e-mail: zhuzhuvf@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1963-659X>

Serhii Holiachuk, PhD, Associate Professor, Department of Technologies and Equipment of Processing Industries, Lutsk National

Technical University, Lutsk, Ukraine, e-mail: s.golyachuk@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4835-8154>

Tetiana Karman, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Processing and Storage of Agricultural Products, Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine, e-mail: tetiana.karman@tsatu.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9313-554X>

Tomato fruits are characterized by a high content of biologically active substances, which makes them an irreplaceable component of nutrition. However, tomatoes are perishable products and require additional measures to extend storage. One of the most problematic areas is the limited use of synthetic chemicals for processing fruit prior to storage. An alternative to them are natural exogenous preparations with antioxidant and disinfectant effects, which are environmentally friendly. However, the treatment of fruits with natural substances does not have sufficient efficiency in comparison with synthetic ones, which requires a combination with other post-harvest measures to increase cold stress. The object of research is the process of storing tomato fruits using heat treatment with a biological product. Numerous studies indicate the feasibility of using the processing of fruits with biological products to extend their storage duration. Standardized preparations based on bee products are of great interest. The research carried out in this work is aimed at extending the shelf life of tomato fruits while maintaining their quality by heat treatment of tomatoes with a solution of a biological product (tincture of the biomass of the larvae of the greater wax moth) before storage. In the course of the study, it was found that such treatment prolongs the shelf life of blank tomatoes up to 50 days, which is 40 % longer compared to the control. It has been proven that fruits treated with a biological product demonstrate a low level of metabolic processes. This is due to the fact that the proposed treatment slows down the rate of accumulation and degradation of sugars and organic acids. In particular, in fruits treated with a biological product, the sugar content is 8.8–10.6 % higher than in the control. The rate of decrease in the level of titratable acidity in the variants treated with the biological product is 15–19 % slower than in the control. The above results indicate the effectiveness of the use of a biological product for storing tomato fruits in comparison with similar measures.

Keywords: storage of tomatoes, tincture of biomass of the larvae of the greater wax moth, sugar content, titratable acidity.

References

- El Bilali, H., Callenius, C., Strassner, C., Probst, L. (2018). Food and nutrition security and sustainability transitions in food systems. *Food and Energy Security*, 8 (2), e00154. doi: <http://doi.org/10.1002/fes3.154>
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R., and Searchinger, T. (2013). *Reducing Food Loss and Waste. Working Paper, Installment 2 of Creating a Sustainable Food Future*. Washington. Available at: https://pdf.wri.org/reducing_food_loss_and_waste.pdf
- Fabi, C., Cachia, F., Conforti, P., English, A., Rosero Moncayo, J. (2021). Improving data on food losses and waste: From theory to practice. *Food Policy*, 98, 101934. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101934>
- Serdyuk, M., Baiberova, S., Gaprindashvili, N., Sukharenko, E. (2017). The effect of treatment with antioxidant composition on the number of standard fruits after the cold storage. *Bulletin of the National Technical University «KhPI» Series: New Solutions in Modern Technologies*, 23 (1245), 176–181. doi: <http://doi.org/10.20998/2413-4295.2017.23.28>
- Zahorko, N. P., Struchaiev, M. I., Tarasenko, V. H. (2018). Vyrobnystvo aerovanykh zamorozhenykh produktiv. *Visnyk Ukrainkoho viddielennia Mizhnarodnoi akademii ahrarnoi osvity*, 6, 124–133.
- Capobianco-Uriarte, M. de las M., Aparicio, J., De Pablo-Valenciano, J., Casado-Belmonte, M. del P. (2021). The European tomato market. An approach by export competitiveness maps. *PLOS ONE*, 16 (5), e0250867. doi: <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0250867>
- Priss, O., Kalytka, V. (2014). Enzymatic antioxidants in tomatoes and sweet bell pepper fruits under abiotic factors. *Ukrainian Food Journal*, 3 (4), 505–663.
- Erika, C., Griebel, S., Naumann, M., Pawelzik, E. (2020). Biodiversity in Tomatoes: Is It Reflected in Nutrient Density and Nutritional Yields Under Organic Outdoor Production? *Frontiers in Plant Science*, 11. doi: <http://doi.org/10.3389/fpls.2020.589692>
- Hasan, M. U., Riaz, R., Malik, A. U., Khan, A. S., Anwar, R., Rehman, R. N. U., Ali, S. (2021). Potential of Aloe vera gel coating for storage life extension and quality conservation of fruits and vegetables: An overview. *Journal of Food Biochemistry*, 45 (4). doi: <http://doi.org/10.1111/jfbc.13640>
- Romanazzi, G., Feliziani, E., Baños, S. B., Sivakumar, D. (2016). Shelf life extension of fresh fruit and vegetables by chitosan treatment. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (3), 579–601. doi: <http://doi.org/10.1080/10408398.2014.900474>
- Priss, O. P. (2017). *Naukovi osnovy zberihannia plodovykh ovochiv z vykorystanniam obrobky biolohichno aktyvnykh rehovynamy*. Kyiv, 45.
- Zhukova, V. F., Haprindashvili, N. A., Sukharenko, O. I., Koliadenko, V. V. (2019). Effect of antioxidant treatment of fruits on the quality preservation of tomato heterosis sort with genes of lower reduction. *Proceedings of the Tavria State agrotechnological university*, 3 (19), 268–275.
- Ali, S., Anjum, M. A., Nawaz, A., Naz, S., Hussain, S., Ejaz, S., Sardar, H. (2020). Effect of pre-storage ascorbic acid and Aloe vera gel coating application on enzymatic browning and quality of lotus root slices. *Journal of Food Biochemistry*, 44 (3). doi: <http://doi.org/10.1111/jfbc.13136>
- Anjum, M. A., Akram, H., Zaidi, M., Ali, S. (2020). Effect of gum arabic and Aloe vera gel based edible coatings in combination with plant extracts on postharvest quality and storability of «Gola» guava fruits. *Scientia Horticulturae*, 271, 109506. doi: <http://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109506>
- Sanches, A. G., Costa, J. M., Silva, M. B., Moreira, E. G. S., Cosme, S. S. (2017). Tratamentos Químicos na Manutenção da Qualidade Pós-Colheita em Frutos de Pitanga (*Eugenia uniflora* L.). *Nativa*, 5 (4), 257–262. doi: <http://doi.org/10.5935/2318-7670.v05n04a05>
- Tykhonov, O. I., Konoshevykh, L. V., Kudryk, B. T., Bobro, S. H. (2014). Relevance the creation in Ukraine drugs preparations of bee products (Apitherapy). *Zbirnyk naukovykh prats spirobitnykiv NMAPO im. P. L. Shupyka*, 23 (3), 434–439. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpsnmapo_2014_23%283%29_66
- Santos, E. X. D., Repolho, R. P. J., Sanches, A. G., Lima, K. S. (2020). The preservative effect of bee wax and calcium chloride coating on the quality and firmness of graviolas (*Annonamuricata* L.). *MOJ Food Process Technol*, 8 (2), 32–38.
- El-Moneim, E. A. A. Abd., Hany, M., Zeinab, A. Z., Abo, M. E. A. (2015). Effect of Honey and Citric Acid Treatments on Postharvest Quality of Fruits and Fresh-Cut of Guava. *World Journal of Agricultural Sciences*, 11, 255–267.
- Bohutska, O. Ye. (2020). Dosvid zastosuvannia lychnok vohnivky bdzholnoyi ta trutnevoho rozplodu dlia stvorennia likarskykh zasobiv shyroko spektru farmakolohichnoi dii. *Zastosuvannia metodiv likuvannia i apipreparativ u medychnii, farmatsevtichnii ta kosmetychnii praktytsi*. Kharkiv: Vyd-vo NFaU, 64–65.

20. Bohutska, O. Ye., Tykhonov, O. I. (2018). *Lychynky vohnivky bdzholynoi – syrovyna dlia stvorennia preparativ dlia korektsii vikovykh zmin u orhanizmi. Kosmetolohiia ta aromolohiia: etapy stanovlennia i maibutnie*. Kharkiv, 35.
21. Chen, J., Shen, Y., Chen, C., Wan, C. (2019). Inhibition of Key Citrus Postharvest Fungal Strains by Plant Extracts In Vitro and In Vivo: A Review. *Plants*, 8 (2), 26. doi: <http://doi.org/10.3390/plants8020026>
22. Shpychak, O. S. (2005). *Rozrobka skladu ta tekhnologii novoho kompleksnoho pryrodnoho preparatu z antimikrobnymy ta imunomoduliuichymy vlastyvoostiamy*. Kharkiv, 28.
23. Priss, O. P. (2015). Chilling-injury reduction during the storage of tomato fruits by heat treatment with antioxidants. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (6 (73)), 38–43. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.37171>
24. Priss, O. P., Zhukova, V. F. (2013). Zalezhnist urozhainosti ta pokaznykiv yakosti plodiv tomata vid pohodnykh umov. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, 1, 49–51.
25. Gautier, H., Diakou-Verdin, V., Bénard, C., Reich, M., Buret, M., Bourgaud, F. et al. (2008). How Does Tomato Quality (Sugar, Acid, and Nutritional Quality) Vary with Ripening Stage, Temperature, and Irradiance? *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56 (4), 1241–1250. doi: <http://doi.org/10.1021/jf072196t>
26. Gruda, N. (2005). Impact of Environmental Factors on Product Quality of Greenhouse Vegetables for Fresh Consumption. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 24 (3), 227–247. doi: <http://doi.org/10.1080/07352680591008628>
27. Parisi, M., Giordano, L., Pentangelo, A., D'Onofrio, B., Villari, G. (2006). Effects of different levels of nitrogen fertilization on yield and fruit quality in processing tomato. *Acta Horticulturae*, 700, 129–132. doi: <http://doi.org/10.17660/actahortic.2006.700.19>
28. Rosales, M. A., Cervilla, L. M., Sánchez-Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, M. del M., Blasco, B., Ríos, J. J. et al. (2010). The effect of environmental conditions on nutritional quality of cherry tomato fruits: evaluation of two experimental Mediterranean greenhouses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91 (1), 152–162. doi: <http://doi.org/10.1002/jsfa.4166>
29. Bénard, C., Gautier, H., Bourgaud, F., Grasselly, D., Navez, B., Caris-Veyrat, C. et al. (2009). Effects of Low Nitrogen Supply on Tomato (*Solanum lycopersicum*) Fruit Yield and Quality with Special Emphasis on Sugars, Acids, Ascorbate, Carotenoids, and Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57 (10), 4112–4123. doi: <http://doi.org/10.1021/jf8036374>
30. Beckles, D. M. (2012). Factors affecting the postharvest soluble solids and sugar content of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 63 (1), 129–140. doi: <http://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.05.016>
31. Fernández-Ruiz, V., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., Torija, M. E., Chaya, C., Galiana-Balaguer, L. et al. (2004). *Internal Quality Characterization of Fresh Tomato Fruits*. *HortScience*, 39 (2), 339–345. doi: <http://doi.org/10.21273/hortsci.39.2.339>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.232352

DETERMINATION OF THE COMPREHENSIVE INDICATOR OF PASTILLE WITH THE USE OF MULTI-COMPONENT FRUIT-BERRY PASTE

pages 46–49

Kateryna Kasabova, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Bakery, Confectionary, Pasta and Food Concentrates, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine, e-mail: Kasabova_kateryna@hduht.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5827-1768>

Natalia Shmatchenko, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Bakery, Confectionary, Pasta and Food Concentrates, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine, e-mail: shmatchenko_nat@hduht.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8289-7939>

Aleksey Zagorulko, PhD, Associate Professor, Department of Processes, Devices and Automation of Food Production, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine, e-mail: zagorulko@hduht.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1186-3832>

Andrii Zahorulko, PhD, Associate Professor, Department of Processes, Devices and Automation of Food Production, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine, e-mail: zagorulkoAN@hduht.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7768-6571>

The object of research in this work is the technology of pastille with the addition of multicomponent fruit and berry paste. Pastille are becoming more and more popular in the world for all segments of the population. Usually, the main ingredients for their manufacture are fruit raw materials, a structurant and egg white, therefore, the products contain practically no fat and have a low calorie content.

It is proposed to replace 75 % of traditional applesauce in the recipe with a multicomponent fruit and berry paste made from apples, cranberries, hawthorn. It was found that such a composition makes it possible to obtain products with an increased content of pectin substances, ascorbic acid, polyphenols, including anthocyanins, catechins and flavonols.

The work is aimed at studying the application of the principles of qualimetry to determine a complex indicator of the quality of pastille. For this, the organoleptic and physicochemical indicators of the quality of the developed pastille were taken from previous studies and the chemical composition was determined and the content of biologically active substances was calculated relative to the average daily human need. The content of pectin substances in new products increases 1.7 times and satisfies the average daily human need by 18.2 %. The content of ascorbic acid is 4.2 times higher, which is 20.5 % of the average daily human need, and polyphenols 3.2 times higher – 579.0 %. The data obtained make it possible to consider the developed product functional.

The next step was to determine the complex indicator of products by the qualimetric method. For a more complete disclosure of product properties, a structure of pastille quality indicators has been developed – a «tree of properties». Thus, the comprehensive assessment of the quality of the control sample corresponds to the indicator «good» (0.66), while the integrated assessment of pastille with multicomponent paste corresponds to the indicator «very good» (0.98).

On the basis of organoleptic, physicochemical indicators and chemical composition of products, it was established that the indicator of a comprehensive assessment of the quality of a pastille with a multicomponent paste, taking into account all group indicators, is 48 % higher compared to the control.

Keywords: pastille technology, complex indicator, multicomponent paste, quality indicators, nutritional value.

References

- Sokolovska, O. O. (2016). Modeling pastille products recipe using unconventional raw materials in accordance with predetermined quality indicators. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (1 (29)), 21–27. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2016.72035>

2. Diukareva, H. I., Sokolovska, O. O. (2015). Technological parameters of the developed pastille products. *Prohresyvni tekhnika ta tekhnologii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli*, 1 (21), 79–89.
3. Tabatorovich, A. N., Reznichenko, I. Yu. (2016). Technology and quality estimation of marshmallow enriched with organic iodine. *Food Processing: Techniques and Technology*, 40 (1), 61–67.
4. Ramlan, N. N. F., Mohd Zin, Z., Juhari, N. H., Smedley, K. L., Zainol, M. K. (2021). Physicochemical properties and sensory attributes of herbal pastilles affected by the inclusion of *Clitoria ternatea* (L.) leaves. *Food Research*, 5 (1), 478–487. doi: [http://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(1\).463](http://doi.org/10.26656/fr.2017.5(1).463)
5. Hashim, N. H., Mohd Zin, Z., Zamri, A. I., Rusli, N. D., Smedley, K. L., Zainol, M. K. (2021). Physicochemical properties and sensory characteristics of ciku fruit (*Manilkara zapota*) pastilles. *Food Research*, 5 (2), 164–172. doi: [http://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(2\).510](http://doi.org/10.26656/fr.2017.5(2).510)
6. Magomedov, G. O., Lobosova, L. A., Magomedov, M. G., Barsukova, I. G., Bukatova, M. S. (2014). Perspektivy ispolzovaniya netraditsionnogo syrya v tekhnologii proizvodstva sbivnykh izdeliy. *Konditerskoe proizvodstvo*, 2, 12–14.
7. Magomedov, G. O., Lobosova, L. A., Magomedov, M. G., Zhuravlev, A. A., Barsukova, I. G. et. al. (2014). *Innovatsionnye tekhnologii pererabotki ovoschnogo syrya i funktsionalnye konditerskie izdeliya na ego osnove*. Voronezh: VGUIT, 176.
8. Wolf, B. (2016). Confectionery and Sugar-Based Foods. *Reference Module in Food Science*. Elsevier. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.03452-1>
9. Kasabova, K., Zagorulko, A., Zahorulko, A., Shmatchenko, N., Simakova, O., Goriainova, I., Volodko, O., Mironov, D. (2021). Improvement of technology of pastille products using developed multiple component fruit and berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (109)), 00–00. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.231730>
10. Pavlova, N. S. (2000.) *Sbornik osnovnykh retseptur sakharistykh konditerskikh izdeliy*. Saint Petersburg: GIORD, 232.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235594

DESIGN OF A REFRIGERATED COMPLEX FOR SHORT-TERM STORAGE OF TROPICAL FRUITS WITH A SOLAR ENERGY PLANT

pages 50–57

Larisa Morozyuk, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Cryogenic Technique, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4133-1984>, e-mail: lara.morozyuk@mail.ru

Viktoriia Sokolovska-Yefymenko, PhD, Associate Professor, Department of Cryogenic Technique, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7275-5061>, e-mail: kli24062006@gmail.com

Yaroslav Petushkov, Department of Cryogenic Technique, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4001-2001>, e-mail: garbageskott@gmail.com

Maksym Sharaiev, Department of Cryogenic Technique, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2903-7195>, e-mail: maksymsharaiev@gmail.com

Sergii Psarov, Postgraduate Student, Department of cryogenic technique, Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, e-mail: psaryov1979@gmail.com

The object of research is a refrigerated complex for short-term storage of tropical fruits in conditions of significant seasonal and daily fluctuations in ambient temperature, that typical for regions with a tropical climate. One of the problems is that the complexes are autonomous small firms for the year-round processing and storage of tropical fruits, located far from the central electric networks. In the presence of solar radiation, the complexes receive energy from small solar power plants. Such complexes are called «trigeneration system». In the course of the study, data on modes were used low temperature heat treatment and preservation of various tropical fruits, ripening times and climatic conditions of Tunisia. It has been established that citrus fruits are stored in chambers with high temperature, olives are frozen and stored for a short time before processing. The total amount of heat entering the citrus chambers is determined by changes in the ambient temperature. The thermal load of the olives chamber is determined by the heat treatment time. It was found that the cargo capacity of chambers with different temperatures differs six times. The thermal load of the olive storage chambers is only four times less. This is due to the peculiarities of the building structure of the complex, technological processes of cooling and freezing. Based on the thermal calculation, the cooling of the chambers is provided by a two-stage booster refrigeration machine with CO₂ refrigerant in a transcritical cycle. To ensure the operation of the complex, a solar photoelectric converter is designed. This ensures the environmental safety of the complex and the possibility of obtaining energy savings by regulating the thermal power of the compressors with frequency converters, depending on the ambient temperature. The designed complex can be offered to a private investor for practical implementation.

Keywords: short-term storage of tropical fruits, transcritical two-stage refrigeration machine, solar photovoltaic converter.

References

1. *Mirovaya prodovolstvennaya problema*. Available at: https://vuzlit.ru/1211757/mirovaya_prodovolstvennaya_problema
2. Yasin, E. (2010). *Prodovolstvennaya programma v mire i v Rossii: perspektivy i reshenie*. Available at: <https://liberal.ru/scientific-seminar/bprodovolstvennaya-programma-v-mire-i-v-rossii-perspektivy-i-reshenie>
3. Bashurova, D. (2009). *Problemy goloda v mire*. Available at: <http://diplomba.ru/work/122393>
4. Aste, N., Del Pero, C., Leonforte, F. (2017). Active refrigeration technologies for food preservation in humanitarian context – A review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 22, 150–160. doi: <http://doi.org/10.1016/j.seta.2017.02.014>
5. Medved, D. (2011). Trigeneration units. *Intensive Programme «Renewable Energy Sources»*, 47–50. Available at: http://home.zcu.cz/~tesarova/IP/Proceedings/Proc_2011/Files/Medved.pdf
6. Bassols, J., Kuckelkorn, B., Langreck, J., Schneider, R., Veelken, H. (2002). Trigeneration in the food industry. *Applied Thermal Engineering*, 22 (6), 595–602. doi: [http://doi.org/10.1016/s1359-4311\(01\)00111-9](http://doi.org/10.1016/s1359-4311(01)00111-9)
7. Energetika Tunisa. Available at: <https://knoema.ru/atlas/%D0%A2%D1%83%D0%BD%D0%B8%D1%81/topics/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0>
8. Tassou, S. A., Lewis, J. S., Ge, Y. T., Hadaway, A., Chaer, I. (2010). A review of emerging technologies for food refrigeration applications. *Applied Thermal Engineering*, 30 (4), 263–276. doi: <http://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2009.09.001>
9. *Tunis – strana – proizvoditel tropicheskoy selkhozproduksii*. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Тунис>

10. *Sezony fruktov v Tunise*. Available at: <https://summerhotels.ru/tunisia/stati-o-tunise/sezony-fruktov-v-tunise/>
11. *Metody khraneniya olivok* (2017). Available at: <https://oliva.su/blog/perspektivnye-metody-hraneniya-olivok>
12. Kim, Y. M., Kim, C. G., Favrat, D. (2012). Transcritical or supercritical CO₂ cycles using both low- and high-temperature heat sources. *Energy*, 43 (1), 402–415. doi: <http://doi.org/10.1016/j.energy.2012.03.076>
13. Yavnel, B. K. (1989). *Kursovoe i diplomnoe proektirovanie kholodilnykh ustanovok i sistem konditsionirovaniya vozdukh*. Moscow: Agropromizdat, 233.
14. Chumak, I. G. et. al. (1981). *Kholodilnye ustanovki*. Moscow: Legkaya i pischevaya promyshlennost, 344.
15. Morozyuk, T. V. (2006). *Teoriya kholodilnykh mashin i teplovykh nassosov*. Odessa: Studiia «Negotsiant», 712.
16. *Solnechnaya energiya*. Available at: <https://akbinfo.ru/alternativa/solnechnaya-jenergija.html>
17. *Raschet solnechnoy elektrostantsii*. Available at: <https://avtonomnydom.ru/solnechnyie-batarei/raschet-solnechnoyelektrostantsii.html>
18. *Kilkist elektropryladiv seredni statystychmi dani* (2018). Available at: <https://eenergy.com.ua/korysni-porady/rozrahunok-spozhyvannya-elektroenergiyi/>
19. *Soniachni paneli*. Internet-mahazyn soniachnykh panelei. Available at: <https://teplota.ua/shop/solnechnaya-batareya-jinko-solar-310-vt-24-v,-polikristallicheskaya-jkm310p-304494p.html>



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.233535

ФОРМУВАННЯ ЕФЕКТИВНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПЛІВКОУТВОРЮВАЧА СУПЕРГІДРОФОБНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ ДІОКСИДУ КРЕМНІЮ сторінки 6–9

Сіволопов П. В., Миронюк О. В., Баклан Д. В., Береговий Т. О.

Об'єктом дослідження роботи є гідрофобізація пірогенним діоксидом кремнію покриття на основі стирол-акрилового співполімеру й ацетат-бутирату целюлози. Гідрофобність чи гідрофільність поверхонь залежить в основному від хімічної будови поверхні та її шорсткості. Рельєфна гідрофільна поверхня буде змочуватись помітно легше, ніж плоска поверхня того самого матеріалу, і навпаки – збільшення шорсткості гідрофобів супроводжується більш ядро вираженим відштовхуванням води. Величина та кількість нерівностей в значній мірі впливають на особливості змочування досліджуваної поверхні. При поєднанні низької енергії поверхні та рельєфної структури утворюється супергідрофобна поверхня. Такі поверхні знайшли використання в самоочисних, морозостійких, антифрикційних, електропровідних та масло-сорбуючих покриттях. У роботі як плівкоутворювач були використані стирол-акриловий співполімер і ацетат бутират целюлози. Нанонаповнювачем виступив пірогенний діоксид кремнію Aerosil R 972, що гідрофобізований диметилдихлорсиланом. У роботі композиції наносилися на лабораторні стекла методом dip coating. Визначення поверхневої енергії здійснено за допомогою гліцерину та діюдометану. Гідрофобні властивості покриттів було оцінено вимірюванням крайових кутів змочування водою за допомогою гоніометра. Проведено аналіз морфологічної структури поверхні покриттів за фотографіями електронного скануючого мікроскопу. Визначено енергетичний стан поверхні створених супергідрофобних покриттів і розраховано їх поверхневу енергію за заснованою на моделі Оуенса-Вендта методикою. Досліджено процес гідрофобізації покриттів на полімерній основі, що відбувається як за рахунок хімічної модифікації при введенні діоксиду кремнію, так і за рахунок створення нанощорохуватості поверхневого шару покриттів. Досліджено залежності цього процесу від матеріалів за допомогою електронного мікроскопу та визначення їх поверхневої енергії в залежності від наповнення SiO_2 . Визначено значення критичної концентрації модифікатора для переходу полімеру в супергідрофобний стан. У результаті визначено вплив кристалічності полімеру на гідрофобізацію при порівнянні змін поверхневої енергії матеріалів в ході їх модифікації.

Ключові слова: супергідрофобні покриття, пірогенний діоксид кремнію, метод Оуенса-Вендта, поверхнева енергія, водовідштовхуючі поверхні.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235243

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ КАРБОНАТНОЇ КОНВЕРСІЇ ФОСФОГІПСУ У ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ сторінки 10–13

Елатонцев Д. О.

Об'єктом дослідження є фосфогіпс, що утворюється під час виробництва фосфорної кислоти з апатитів та фосфоритів. Тривалий час проблемі утилізації фосфогіпсу не приділялося належної уваги, що призвело до накопичення величезних запасів цього екобезпечного відходу. Транспортування фосфогіпсу у відвали та його зберігання вимагає значних капітальних вкладень і експлуатаційних витрат, а також виділення великих земельних площ. Зберігання фосфогіпсу завдає шкоди навколишньому природному середовищу, оскільки це призводить до надходження значної кількості токсичних речовин у ґрунтові води та атмосферу. На сьогоднішній день численні дослідження спрямовуються на пошук ефективних шляхів застосування фосфогіпсу, але його склад, як правило, обмежує його повторне використання. Проведене дослідження спрямоване на вивчення наукових передумов створення ефективної схеми управління фосфогіпсом, шляхом конверсії його в карбонат кальцію. Для цього досліджувався хімічний склад та технологічні параметри конверсії фосфогіпсу з відвалів ЗАТ «Дніпровський завод мінеральних добрив» (м. Кам'янське, Україна). Запропонований метод конверсії передбачав реакцію між фосфогіпсом та водним розчином NaOH у утворення Ca(OH)_2 , котрий перетворювали у CaCO_3 шляхом карбонізації в потоці CO_2 . Встановлено вплив температури на перетворення фосфогіпсу в Ca(OH)_2 . Конверсію досліджували при 25 °C, 40 °C і 70 °C протягом 3 год. Встановлено, що на першому етапі процесу домішки, що містились у фосфогіпсі, переходили в осад Ca(OH)_2 . В результаті карбонізації був отриманий CaCO_3 низької якості, що містив більше 10 % домішок. Збільшення тривалості карбонізації до 1 год дозволило отримати CaCO_3 з вмістом $\text{Ca(OH)}_2 < 4\%$. Результати дослідження показують, що метод карбонатної конверсії фосфогіпсу вимагає подальшої оптимізації технологічних параметрів для підвищення чистоти готової продукції.

Ключові слова: натрій гідроксид, кальцій гідроксид, діоксид карбону, рентгенофазовий аналіз, температура конверсії, мінералогічний склад.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235471

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН ТРАВИ ADONIS VERNALIS сторінки 14–18

Кривавич А. С., Конечна Р. Т.

Об'єктом даного дослідження є трава Adonis vernalis та одержані на її основі водноспиртові екстракти. За характером дії препарати Adonis vernalis належать до групи серцевих глікозидів і посідають проміжне місце між строфантином і наперстякою. В офіційній медицині біологічно активні сполуки Adonis vernalis входять до складу таких лікарських засобів, як Кардіовален, Адоніс-бром, Кардіолін та Кардіофіт. В екстемпоральній рецептурі екстракт входить до складу мікстури Бехтерева. Донедавна науковці досягли значних успіхів у вивченні фітохімічної та фармакологічної дії трави Adonis vernalis. Проте не слід обмежуватися застосуванням

Adonis vernalis лише для стимуляції серцевої діяльності, слід розглянути також перспективну антиоксидантну дію флавоноїдів та фенольних сполук, які містяться в даній лікарській рослині. Також в науковій літературі не описані дослідження умов екстракції трави Adonis vernalis.

У дослідження проведено екстракцію трави Adonis vernalis різними методами (статичним та динамічним). Вид екстракту був обраний як найбільш раціональний, що забезпечує максимальний вихід екстрактивних речовин (фенольних сполук та серцевих глікозидів). Для цього підібрані оптимальні умови екстракції, а саме розмір часток, вид екстрагенту, величину гідромодуля та спосіб екстракції. Відповідно, оптимальний діаметр частинок для максимального вилучення біологічно активних речовин трави Adonis vernalis – 2,5 мм, оптимальним екстрагентом є 70 % етиловий спирт, співвідношення сировина:екстрагент – 1:10, оптимальний спосіб екстракції – маєрація з постійним перемішуванням. Здійснено фітохімічні дослідження кількісного складу основних груп біологічно активних речовин калориметричним та спектрофотометричним методами аналізу.

В результаті оптимізації процесу та впровадження його у виробництво в промислових масштабах буде досягнуто ефекту доданої вартості. А також створено високоякісний продукт, який буде конкурувати з вже існуючими на ринку препаратів широкого спектру дії.

Ключові слова: флавоноїди, серцеві глікозиди, фенольні сполуки, Adonis vernalis, процес екстрагування, оптимальні умови, метод екстракції.

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235288

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ВИЛУГОВУВАННЯ МЕТАЛІВ ІЗ РУД: ШЛЯХИ РОЗВИТКУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ сторінки 19–26

Ляшенко В. І., Хоменко О. Є., Чекушина Т. В., Дудар Т. В., Топольний Ф. П.

Об'єктом дослідження є традиційні гірські технології та технічні засоби в поєднанні з підземним блоковим вилуговуванням (ПБВ) металів зі скельних руд з попереднім їх дробленням вибуховими речовинами в установках, змонтованих в гірських виробках. Одним з найбільш проблемних місць є складність досягнення заданої якості дроблення, а також необхідної висоти вилуговування та коефіцієнта розпушення з урахуванням управління енергією вибухового руйнування скальних руд.

В ході дослідження використовувалися:

– дані літературних джерел і патентної документації в області технологій та технічних засобів для ПБВ металів із руд в енергопо-рушених масивах, обґрунтування технологічних параметрів експлуатаційних блоків;

– лабораторні та виробничі експерименти;

– фізичне моделювання вилучення металу від середнього лінійного розміру шматка підірваної руди.

Виконано аналітичні дослідження, порівняльний аналіз теоретичних і практичних результатів за стандартними та новими методиками за участю авторів. Встановлено, що найбільш інтенсивне інфільтраційне вилуговування відбувається при класі крупності рудних шматків –100+0 мм. Менш інтенсивно та триваліше витягають метали з фракції –200+100 мм. Для нейтралізації та проми-вання відпрацьованої рудної маси рекомендовано обробляти розчином вапна та шахтною водою через свердловини для подачі ви-травлюючого розчину (зрошувальна система). Охорону гідрогеологічного середовища здійснювати шляхом замулювання глинистим розчином днища камери зі збору продуктивних розчинів та постійним моніторингом забруднення підземних вод у зоні впливу ПБВ. На основі отриманих позитивних результатів дослідження та впровадження технологій ПБВ металів з скельних руд при відпрацю-ванні блоку 5–86, відповідно з виданими рекомендаціями, використаний такий же підхід і для блоків 5–84–86 та 5–88–90, а також промислово-експериментального блоку 1–75–79. За рахунок залучення у виробництво некондиційних руд, сировинна база видобут-ку металів, на діючих шахтах, може бути збільшена в 1,4–1,6 рази.

Результати досліджень можуть бути використані при підземній розробці рудних родовищ складної структури України, Російської Федерації, Республіки Казахстан та інших розвинених гірничодобувних країн світу.

Ключові слова: рудні родовища, підземна розробка, блочне вилуговування, гірничі виробки, екологічна безпека.

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235246

МОДЕЛЮВАННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ КОМБІНОВАНИХ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ сторінки 27–33

Копійко А. В., Ткаченко Н. А., Мардар М. Р., Гомчаров Д. С.

Об'єктом дослідження є жирнокислотний склад молочно-жирової основи для комбінованих харчових продуктів здорового харчування. Біологічна ефективність жирів визначається співвідношенням в них насичених (НЖК), мононенасичених (МНЖК) і поліненасичених (ПНЖК) жирних кислот, у т. ч. співвідношенням ПНЖК омега-3:ПНЖК омега-6. Не всі харчові продукти мають збалансований жирнокислотний склад, зокрема, молочні продукти містять надмірну кількість НЖК, надлишкове споживання яких призводить до підвищення в крові рівня холестерину, у результаті чого підвищується ризик появи серцево-судинних захворювань. Кількість незамінних у харчуванні моно- та поліненасичених жирних кислот у молочному жирі (і, відповідно, у молочних продуктах) недостатня. Тому дане дослідження направлене на розробку складу молочно-жирової основи зі збалансованим жирнокислотним складом із застосуванням природних рослинних олій.

У роботі обґрунтовано доцільність використання рослинних олій, а саме гарбузової – як джерела мононенасичених жирних кислот, олії рисових висівок – як джерела поліненасичених жирних кислот, для оптимізації співвідношення НЖК:МНЖК:ПНЖК при комбінуванні з молочним жиром у багатокомпонентних харчових продуктах. Оптимізовано жирнокислотний склад молочно-жирової основи з використанням трикомпонентної суміші жирів – молочного жиру, гарбузової нерафінованої олії та рафінованої олії з рисових висівок. Визначено співвідношення жирних кислот у молочно-жировій основі для виробництва харчових продуктів зі збалансованим жирнокислотним складом (НЖК:МНЖК:ПНЖК – 0,442:0,403:0,155), яке досягається при оптимальному співвідношенні молочного жиру: олії рисових висівок: гарбузової олії – 20,2:70,5:9,3. Надано рекомендації щодо застосування розробленої молочно-жирової основи зі збалансованим жирнокислотним складом у виробництві комбінованих молочно-рослинних продуктів харчування. Оскільки на сьогоднішній день на світовому споживчому ринку молочні продукти зі збалансованим жирнокислотним складом представлені у обмеженій кількості, реалізація досліджень дозволить розширити нішу «продуктів здорового харчування». А правильно проведені маркетингові заходи, які пропонуються в даній роботі, дозволять закріпитись на ринку продуктів здорового харчування зі збалансованим хімічним складом та доступною ціною.

Ключові слова: молочно-жирова основа, збалансований жирнокислотний склад, молочний жир, гарбузова олія, олія рисових висівок.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235270

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ ПЕКТИНУ ПРИ УТИЛІЗАЦІЇ ВТОРИННИХ МАТЕРІАЛЬНИХ РЕСУРСІВ сторінки 34–39

Чабанова О. Б., Бондар С. М., Котляр Є. О., Недобійчук Т. В., Верхівкер Я. Г.

Об'єктом дослідження є вторинні матеріальні ресурси переробки рослинної та тваринної сировини, а саме фруктових вичавків та молочної сироватки. Одним з найбільш проблемних місць є те, що відходи вказаних виробництв мають високі показники біологічного та хімічного споживання кисню стічних вод, що значно погіршує роботу локальних та міських очисних споруд. Окрім того мало визначеними є параметри екстрагування та визначення якісних показників отриманого продукту. Переробка молочної сироватки та вичавків плодів культур дозволяє знизити екологічне навантаження на довкілля та підвищити ефективність технологічних процесів через ресурсозбереження та отримання додаткового продукту. Проблема вирішується, зокрема, застосуванням процесу екстрагування рослинних відходів за допомогою молочної сироватки та процесу енергоощадного мембранного концентрування.

В ході дослідження використовувалися пектиновмісні рослинні відходи сокових виробництв, а саме кавунів, гарбузові, айвові, бурякові, яблучні та суміш апельсинових і мандаринових вичавків. Отримано результати, що свідчать про перспективність процесу екстрагування молочної сироваткою яблучних вичавків, оскільки найбільший вміст пектину в екстракті встановлюється для яблучних вичавків. Основна кількість пектинових речовин переходить в екстракт починаючи з 75 хв до 90 хв. Екстрагування-гідроліз протягом 2 годин при температурі 85 °С, рН=2–2,5 од. визначає кращі результати. Ультрафільтрація отриманого екстракту дає змогу підвищити вміст пектину до 3,0 % при вмісті білків більше 6,0 %. Використані в експерименті мембрани характеризуються високою селективністю відносно білка та пектину. Встановлюється факт, що діалізація дозволяє ефективно очищати сироватково-пектинові концентрати від баластних домішок з одночасним збагаченням концентрату високомолекулярними складовими сироватки. Пропонується технологічна схема виробництва пектиново-сироваткового концентрату з високими органолептичними та детоксикаційними характеристиками. Запропонований технологічний процес має ряд позитивних особливостей, зокрема найвищий вміст пектинових речовин, високі ціннісні показники, значне зменшення навантаження на довкілля, економічний зиск через енергоощадність та отримання додаткового продукту.

Ключові слова: молочно сироватка, відходи сокового виробництва, екстракція пектину, ультрафільтрація, пектинові речовини, пектиново-сироватковий концентрат, утилізація відходів.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235533

ВПЛИВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ БІОПРЕПАРАТОМ НА ЯКІСТЬ ПЛОДІВ ТОМАТУ ПРИ ЗБЕРІГАННІ сторінки 40–45

Прісс О. П., Жукова В. Ф., Голячук С. Є., Карман Т. В.

Плоди томатів характеризуються високим вмістом біологічно активних речовин, завдяки чому є незамінним компонентом харчування. Проте томати відносяться до швидкопсувної продукції та вимагають вживання додаткових заходів для подовження зберігання. Одним з найбільш проблемних місць є обмеженість використання синтетичних хімічних речовин для обробки плодів перед зберіганням. Альтернативою ним виступають природні екзогенні препарати з антиоксидантною та дезінфікуючою дією, які є екологічно безпечними. Проте обробка плодів природними речовинами не має достатньої ефективності порівняно з синтетичними, що вимагає комбінування з іншими післязбиральними заходами для підвищення стійкості до холодового стресу. Об'єктом дослідження обрано процес зберігання плодів томата при використанні теплової обробки біопрепаратом. Численні дослідження вказують на доцільність застосування обробки плодів біопрепаратами для подовження їх тривалості зберігання. Велику зацікавленість викликають стандартизовані препарати на основі продуктів бджільництва. Проведене в роботі дослідження направлено на подовження термінів зберігання плодів томату зі збереженням їх якості шляхом теплової обробки томатів розчином біопрепарату (настоянки біомаси личинок великої бджолоїної вогнівки) перед зберіганням. В ході дослідження встановлено, що така обробка подовжує тривалість зберігання бланжевих томатів до 50 діб, що на 40 % довше порівняно з контролем. Доведено, що плоди, оброблені біопрепаратом, демонструють нижчий рівень метаболічних процесів. Це пов'язано з тим, що запропонована обробка уповільнює темпи накопичення та деградації цукрів та органічних кислот. Зокрема в плодах, оброблених біопрепаратом, вміст цукрів на 8,8–10,6 % вище, ніж в контролі. Швидкість зниження рівня титрованої кислотності в оброблених біопрепаратом варіантах повільніша на 15–19 % порівняно з контролем. Наведені результати свідчать про ефективність застосування біопрепарату для зберігання плодів томата порівняно з аналогічними заходами.

Ключові слова: зберігання томатів, настоянка біомаси личинок великої бджолоїної вогнівки, вміст цукрів, титрована кислотність.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.232352

ВИЗНАЧЕННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА ПАСТИЛИ З ВИКОРИСТАННЯМ БАГАТОКОМПОНЕНТНОЇ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ ПАСТИ сторінки 46–49

Касабова К. Р., Шматченко Н. В., Загорулько О. Є., Загорулько А. М.

Об'єктом досліджень у роботі є технологія пастили з додаванням багатокомпонентної плодово-ягідної пасти. Пастильні виробни набувають все більшої популярності в світі для усіх верств населення. Зазвичай, основними інгредієнтами для їх виготовлення є фруктова сировина, структуроутворювач та яечний білок, тому виробни практично не містять жирів та мають невисоку калорійність.

Запропоновано заміну 75 % традиційного яблучного пюре в рецептурному складі на багатокомпонентну плодово-ягідну пасту з яблук, журавлини, глоду. Встановлено, що такий склад дозволяє отримувати виробни з підвищеним вмістом пектинових речовин, аскорбінової кислоти, поліфенолів, у тому числі антоціанів, катехінів та флавонолів.

Робота направлена на дослідження застосування принципів кваліметрії для визначення комплексного показника якості пастили. Для цього було взято органолептичні та фізико-хімічні показники якості розробленої пастили з попередніх досліджень та визначено хімічний склад і розраховано вміст біологічно активних речовин відносно середньодобової потреби людини. Вміст пектинових речовин у нових виробних підвищується у 1,7 рази та задовольняє середньодобову потребу людини на 18,2 %. Вміст аскорбінової кислоти вище у 4,2 рази, що складає 20,5 % середньодобової потреби людини, та поліфенолів у 3,2 рази – 579,0 %. Отримані дані дають можливість вважати розроблений продукт функціональним.

Наступним етапом було визначення комплексного показника виробних кваліметричним методом. Для більш повного розкриття властивостей продукції розроблено структуру показників якості пастили – «дерево властивостей». Таким чином, комплексна оцінка якості контрольного зразка відповідає показнику «добре» (0,66), тоді як комплексна оцінка пастили з багатокомпонентною пастою відповідає показника «дуже добре» (0,98).

На основі органолептичних, фізико-хімічних показників та хімічного складу виробних встановлено, що показник комплексної оцінки якості пастили з багатокомпонентною пастою, з урахуванням усіх групових показників, вище на 48 %, порівняно з контролем.

Ключові слова: технологія пастили, комплексний показник, багатокомпонентна паста, показники якості, харчова цінність.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.235594

РОЗРОБКА ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ КОРОТКОЧАСНОГО ЗБЕРІГАННЯ ТРОПІЧНИХ ФРУКТІВ З СОНЯЧНОЮ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ УСТАНОВКОЮ сторінки 50–57

Морозюк Л. І., Соколовська-Ефименко В. В., Петушков Я. Л., Шараев М. О., Псарьов С. О.

Об'єктом дослідження є холодильний комплекс для короткочасного зберігання тропічних фруктів в умовах значних сезонних і добових коливань температури навколишнього середовища. характерних для регіонів з тропічним кліматом. Одна з проблем полягає в тому, що комплекси являють собою автономні невеликі фірми з цілорічної переробки та зберігання тропічних фруктів, розташовані далеко від центральних електричних мереж. При наявності сонячної радіації комплекси отримують енергію від невеликих сонячних електростанцій. Такі комплекси називають «системою тригенерації». У ході дослідження використовувалися дані щодо режимів низькотемпературної термообробки та консервації різних тропічних фруктів, часу дозрівання фруктів і кліматичних умов Тунісу. Встановлено, що цитрусові зберігають в камерах з високою температурою впродовж півріччя, оливки збирають, заморожують і короткочасно, не більше двох тижнів, зберігають перед обробкою. Загальна кількість тепла, що надходить в камери цитрусових, визначається змінами температури навколишнього середовища. Теплове навантаження камери оливок визначається часом термічної обробки. Отримано, що вантажна ємність камер з різною температурою відрізняється у шість разів, Теплове навантаження камер зберігання оливок тільки в чотири рази менше. Це пов'язано з особливостями будівельної конструкції комплексу, технологічними процесами охолодження та заморожування. На підставі теплового розрахунку охолодження камер забезпечує двоступенева бустерна холодильна машина з холодоагентом CO₂ за транскритичним циклом. Для забезпечення роботи комплексу розраховано потужність та розміри сонячного фотоелектричного перетворювача. Завдяки цьому забезпечується екологічна безпека комплексу та можливість отримання енергозбереження шляхом регулювання теплової потужності компресорів частотними перетворювачами в залежності від температури навколишнього середовища. Спроектований комплекс може бути запропонованим приватному інвестору для практичної реалізації.

Ключові слова: короткочасне зберігання тропічних фруктів, транскритична двоступенева холодильна машина, сонячний фотоелектричний перетворювач.