



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247262

APPLICATION OF IN-PLASTIC CATALYSIS FOR EXTRACTION OF HARD-TO-RECOVER HYDROCARBONS

pages 6–10

Ivan Zezekalo, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9962-6905>

Viktor Kovalenko, Senior Researcher, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3008-2276>

Iryna Lartseva, PhD, Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0133-5956>, e-mail: lartsevairyna@gmail.com

Olexandr Dubyna, Postgraduate Student, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1199-3880>

The object of research is the catalytic effect (hydrocracking) for the production of hard-to-recover hydrocarbons, the subject of the study is the change in the physicochemical properties of hydrocarbons by partial gasification, and the lightening of the fractional composition of hydrocarbons. One of the most problematic areas is the lack of studies of the catalytic effect on hard-to-recover hydrocarbons in reservoir conditions. Although processes such as catalytic cracking, reforming, isomerization, aromatization and alkylation of hydrocarbons are known and used in petroleum refining.

The research used the methods of scientific knowledge – experiment and measurement. In the course of laboratory work, an effective catalyst was developed, the effect of temperature on the fractional composition and physicochemical properties of oil, oil products and gas condensate was investigated. To simulate formation conditions, hermetic metal retorts were used, in which oil and gas condensate samples were subjected to different temperature regimes. In the process of testing cores saturated with gas condensate, the dependence of filtration on physical parameters – temperature and pressure, fractional composition, specific gravity and viscosity was studied.

Laboratory studies have shown a decrease in density and viscosity of hydrocarbons, an increase in core permeability. The effect of catalysis on oil made it possible to increase the volume of light ends distillation from 30 to 60 %, for gas condensate – up to 50 %, which confirms the effectiveness of the method of catalysis of hard-to-recover hydrocarbons. This is due to the fact that the correct formulation and solution of the problem provided adequate results. In contrast to the existing processes of hydrocracking of petroleum products, the proposed method allows you to extract heavy and low-mobile hydrocarbons in reservoir conditions at lower temperatures of 120–150 °C. At the same time, the technology for catalytic hydrogenation of hard-to-recover hydrocarbons

will be similar to a typical treatment of a formation with an acid or surfactants. This will make it possible to intensify the commercial reserves of hydrocarbons in the fields that are now classified as hard-to-recover and which account for more than 50 %.

Keywords: hard-to-recover hydrocarbons, catalytic hydrogenation, hydrocarbon conversion, fractional composition, kinematic viscosity, molecular weight.

References

1. Yavorskyi, V. T., Perekupko, T. V., Znak, Z. O., Savchuk, L. V. (2014). *Zahalna khimichna tekhnolohiia*. Lviv: Vyd-vo Lvivskoi politekhniki, 540.
2. Loboiko, O. Ya., Hrynia, H. I., Tovazhnianskyi, L. L. et. al. (2017). *Teoretychni osnovy tekhnolohii neorhanichnykh vyrobnytstv*. Kharkiv: NTUU «KhPI», 152.
3. Kalechits, I. V. (1973). *Khimiia gidrogenizatsionnykh protsessov v pererabotke topliv*. Moscow: Khimiia, 336.
4. Bakumenko, T. T., Belaia, A. A., Volfson, V. Ia. et. al. (1975). *Kataliticheskie svoystva veschestv*. Kyiv: Naukova dumka, 720.
5. Arai, A., Ichikizaki, I. (1961). Syntheses of γ -Ionone Analogues. I–II. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 34 (11), 1571–1583. doi: <https://doi.org/10.1246/bcsj.34.1571>
6. Anderson, R. C., Wallis, E. S. (1948). The Catalytic Hydrogenation of Polyhydric Phenols. I. The Synthesis of meso-Inositol, Scyllitol and a New Isomeric Cyclitol. *Journal of the American Chemical Society*, 70 (9), 2931–2935. doi: <https://doi.org/10.1021/ja01189a030>
7. Krichko, A. A., Lozovoi, A. V., Sovetova, L. S. (1962). *Khimicheskaia promyshlennost*, 6, 387–391.
8. Egan, C. J., Langlois, G. E., White, R. J. (1962). Selective Hydrocracking of C9- to C12-Alkylcyclohexanes on Acidic Catalysts. Evidence for the Paring Reaction. *Journal of the American Chemical Society*, 84 (7), 1204–1212. doi: <https://doi.org/10.1021/ja00866a028>
9. Vaiser, V. L., Riabov, V. D., Kryvelev, B. I. (1957). Kataliticheskie kreaking etilendiizopropilbenzola. *Dokl. AN SSSR*, 112 (4), 655–658.
10. Suami, T., Ogawa, S., Umezawa, S. (1962). Studies on Antibiotics and Related Substances. XIV. Synthesis of trans-2-Aminocyclohexyl-D-glucosaminide. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 35 (3), 474–476. doi: <https://doi.org/10.1246/bcsj.35.474>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.246604

IMPROVEMENT OF ACID SOLUTIONS FOR STIMULATION OF COMPACTED HIGH-TEMPERATURE CARBONATE COLLECTORS

pages 11–14

Oleh Zimin, Senior Lecturer, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9281-0462>, e-mail: ziminoleg2@gmail.com

The object of research in this work is the intensification of hydrocarbon production. The most problematic task of the study is the efficiency of intensification of compacted high-temperature carbonate reservoirs. Despite the gradual transition to renewable energy sources, natural gas and oil will play a dominant role in the world's energy balance in the

next 20–30 years. Carbonate rocks have significant mining potential, but low filtration properties require intensification to improve reservoir permeability. High temperatures and pressures at great depths require the improvement of existing hydrocarbon production technologies. The most popular method for treating reservoirs containing carbonates is acid treatments in different variations, but for effective treatment it is necessary to achieve deep penetration of the solution into the formation.

The study solves the problem of selection of effective carrier liquids for the preparation of acid solutions for the treatment of compacted high-temperature reservoirs with high carbonate content. To ensure quality treatment, acid solutions must have low viscosity and surface tension coefficient, low reaction rate, their chemical properties must ensure the absence of insoluble precipitates in the process of reactions with fluids and rocks, as well as be environmentally friendly. To select the most optimal carrier liquid, experiments were conducted to determine which candidate liquids provide the minimum reaction rate of acidic solutions with carbonates. Based on the analysis of industrial application data and literature sources, water, naphras, methanol, ethyl acetate, and methyl acetate were selected for further research. Widely studied acetic acid was chosen as the basic acid. Studies have shown that methyl acetate has a number of advantages, namely low reaction rate, low viscosity and surface tension coefficient. As well as the possibility of hydrolysis in the formation with the release of acetic acid, which significantly prolongs the reaction time of the solution with the rock and the depth of penetration of the active solution into the formation.

Keywords: carbonates, compacted rocks, methyl acetate, acetic acid, well intensification, acid solutions.

References

1. Kurovets, I. M., Mykhailov, V. A., Zeikan, O. Yu., Krupskyi, Yu. Z., Hladun, V. V., Chepil, P. M. et. al. (2014). *Unconventional sources*

of hydrocarbons of Ukraine. Unconventional sources of hydrocarbons: problem review. Kyiv: Nika-tsentr, 208.

2. Vakarchuk, S. H., Dovzhok, T. Ye., Filiushkin, K. K. et. al. (2014). *Perspektyvy osvoinnia resursiv hazu ushchilnennykh porid u Shkhidnomu naftohazonosnomu rehioni Ukrainy.* Kyiv: TOV «VTS PRYNT», 208.
3. Dong, K., Zhu, D., Hill, A. D. (2018). The role of temperature on optimal conditions in dolomite acidizing: An experimental study and its applications. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 165, 736–742. doi: <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2018.03.018>
4. Chang, F. E., Nasr-El-Din, H. A., Lindvig, T., Qui, X. W. (2008). Matrix Acidizing of Carbonate Reservoirs Using Organic Acids and Mixture of HCl and Organic Acids. *All Days*. Denver: Richardson. doi: <https://doi.org/10.2118/116601-ms>
5. Zimin, O. L., Zezekalo, I. H., Bondar, H. M., Yevdoshchuk, M. I. (2019). *Perspektyvy rozrobky ushchilnennykh karbonatnykh kolektoriv u mezhakh Dniprovsko-Donetskoi zapadyny. Naftohazova haluz Ukrainy*, 2, 14–18.
6. Kalfayan, L. (2008) *Production enhancement with acid stimulation*. Tulsa: PennWell, 252.
7. Ali, M. T., Nasr-El-Din, H. A. (2020). New Insights into Carbonate Matrix Acidizing Treatments: A Mathematical and Experimental Study. *SPE Journal*, 25 (3), 1272–1284. doi: <https://doi.org/10.2118/200472-pa>
8. Ali, M. T., Nasr-El-Din, H. A. (2018). A Robust Model To Simulate Dolomite-Matrix Acidizing. *SPE Production & Operations*, 34 (1), 109–129. doi: <https://doi.org/10.2118/191136-pa>
9. Burton, R. C., Nozaki, M., Zwarich, N. R., Furui, K. (2019). Improved Understanding of Acid Wormholing in Carbonate Reservoirs through Laboratory Experiments and Field Measurements. *SPE Journal*, 25 (2), 587–608. doi: <https://doi.org/10.2118/191625-pa>
10. Harris, R. E., McKay, I. D., Mbala, J. M., Schaaf, R. P. (2001). Stimulation of a Producing Horizontal Well Using Enzymes that Generate Acid In-Situ – Case History. *All Days*. doi: <https://doi.org/10.2118/68911-ms>

MEASURING METHODS IN CHEMICAL INDUSTRY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244777

STUDY OF THE KINETICS OF CARBOXYMETHYL CELLULOSE SYNTHESIS IN A SCREW REACTOR

pages 15–20

Kateryna Konovalenko, Department of Automation Hardware and Software, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8973-3232>

Yurii Beznosyuk, PhD, Associate Professor, Department of Automation Hardware and Software, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: yu_beznosyuk@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7425-807X>

Liudmyla Bugaieva, PhD, Associate Professor, Department of Automation Hardware and Software, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2576-6048>

The object of research is the reactor for the synthesis of carboxymethyl cellulose. An important indicator of the quality of sodium carboxymethyl cellulose, which determines the field of its application, is the degree of polymerization. However, obtaining a product with a specific parameter under industrial conditions is associated with a number of difficulties. Therefore, important research tasks are the development of a mathematical model of the kinetics of carboxymethyl cellulose synthesis, experimental studies to determine the rate constants of synthesis reactions, modeling of a screw reactor for the synthesis of carboxymethyl cellulose, and computer studies.

When studying the kinetics of reactions of carboxymethyl cellulose, one of the possible approaches was to use a quasi-homogeneous model, which is widely used in modeling processes on a catalyst grain. This approach is used to describe and analyze individual stages; however, a number of difficulties arise in heterogeneous reactions of cellulose. In the course of these reactions, the properties of the solid phase change and the processes, respectively, are unsteady in time. The reaction does not take place on the surface of hard particles, but in the entire volume of the fibers. The concentration and reactivity of cellulose hydroxides, water, and products formed during the reaction remain approximately

constant; therefore, the use of a quasi-homogeneous model is quite acceptable and does not cause additional mathematical difficulties. As a result of these experiments, according to the obtained integral curves, the method of least squares was used to find the constants. To determine the values of the kinetic constants, an experiment was carried out in an integral isothermal reactor. During the experiments, the degree of substitution of carboxymethyl cellulose and the concentration of free alkali were measured. As a result of numerous implementations of the search task, the values of the constants and activation energies were obtained. This kinetic modeling approach can be used in the synthesis of other cellulose ethers. The rate constant of the synthesis reaction depends on the process conditions. Using the proposed approach to describing the interaction of cellulose with a reagent, the reaction mixture considered as a quasi-homogeneous system can be described using a single-phase flow model.

Keywords: cellulose ethers, solid-phase production method, tubular screw reactor, plug-flow mode.

References

1. Bytenskii, V. Ya., Kuznetsova, E. P. (1974). *Proizvodstvo efirov tsellyulozy*. Leningrad: Khimiya, 208.
2. *Obzor rynku karboksimitilttsellyulozy (KMTS) i polianionnoi tsellyulozy (PATS) v stranakh SNG* (2021). Moscow: IG «Infomain», 139. Available at: http://www.infomine.ru/files/catalog/190/file_190_eng.pdf
3. Rahman, M. S., Hasan, M. S., Nitai, A. S., Nam, S., Karmakar, A. K., Ahsan, M. S. et. al. (2021). Recent Developments of Carboxymethyl Cellulose. *Polymers*, 13 (8), 1345. doi: <http://doi.org/10.3390/polym13081345>
4. Mondal, M. I. H., Yeasmin, M. S., Rahman, M. S. (2015). Preparation of food grade carboxymethyl cellulose from corn husk agrowaste. *International Journal of Biological Macromolecules*, 79, 144–150. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.04.061>
5. Veeramachineni, A., Sathasivam, T., Muniyandy, S., Janarthanan, P., Langford, S., Yan, L. (2016). Optimizing Extraction of Cellulose and Synthesizing Pharmaceutical Grade Carboxymethyl Sago Cellulose from Malaysian Sago Pulp. *Applied Sciences*, 6 (6), 170. doi: <http://doi.org/10.3390/app6060170>
6. Legaev, A. I., Obrezkova, M. V., Kunichan, V. A., CHaschilov, D. V. (2006). Kinetika protsesaa karboksimitilirovaniya schelochnoi tsellyulozy tverdogaznym sposobom. *Polzunovskii vestnik*, 2, 74–77.
7. Bondar, V. A., Ilin, M. I., Smirnova, N. V. (2004). Pat. No. RU2223278C1. *Sposob polucheniya natrievoi soli karboksimitilttsellyulozy*. MPK: C08B 11/12. No. 2002122547/04. Declared: 22.08.2002; published: 10.02.2004. Available at: <https://patents.google.com/patent/RU2223278C1/ru>
8. Bisht, S. S., Pandey, K. K., Gyanesh, J., Sanjay, N. (2017). New route for carboxymethylation of cellulose: synthesis, structural analysis and properties. *Cellulose chemistry and technology*, 51 (7-8), 609–619.
9. Legaev, A. I., Kunichan, V. A., Makarova, I. V., Volkova, N. N. (2014). Matematicheskoe modelirovanie protsesa tverdogaznogo karboksimitilirovaniya tsellyulozy v usloviyakh teplomas-soobmena. *Polzunovskii vestnik*, 4 (2), 84–87.
10. Krylov, O. V. (2004). *Geterogenyi kataliz*. Moscow: Akademkniga, 679.
11. Seider, W. D., Seader, J. D., Lewin, D. R. (2009). *Product and Process Design Principles: Synthesis, Analysis, and Evaluation*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 766.
12. Marin, G. B., Yablonsky, G. S., Constales, D. (2019). *Kinetics of Chemical Reactions: Decoding Complexity*. Weinheim: John Wiley-VCH, 464. doi: <http://doi.org/10.1002/9783527808397>
13. Vrentas, J. S., Vrentas, C. M. (2007). Axial conduction with boundary conditions of the mixed type. *Chemical Engineering Science*, 62 (12), 3104–3111. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ces.2007.03.009>
14. Kafarov, V. V., Glebov, M. B. (2018). *Matematicheskoe modelirovanie osnovnykh protsessov khimicheskikh proizvodstv*. Moscow: Yurait, 403.
15. Bugaeva, L., Boyko, T., Beznozyk, Y. (2017). *System analysis of chemical-technological complexes*. Kyiv: Interservis, 254. doi: <http://doi.org/10.30888/textbook.sach-tc.2017>

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247550

CREATION OF A COMBINED SYSTEM FOR TREATMENT OF IRON-CONTAINING WASTEWATER FROM ETCHING OPERATIONS

pages 21–26

Mykola Yatskov, PhD, Senior Researcher, Professor, Department of Chemistry and Physics, National University of Water and Environmental Engineering; Director of Rivne Technical Professional College of National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6231-6583>

Natalia Korchyk, PhD, Associate Professor, Department of Chemistry and Physics, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4919-6510>

Oksana Mysina, Senior Lecturer, Department of Chemistry and Physics, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine, e-mail: o.i.mysina@nuwem.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2556-0947>

Nadia Budenkova, PhD, Associate Professor, Department of Chemistry and Physics, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2176-3405>

The object of research is the methods of purification of iron-containing wastewater from etching operations, the subject of the study is spent technological solutions of etching and wastewater from the operations of washing enterprises of hardware products. Spent etching solutions are characterized as highly concentrated solutions, and wash water belongs to the category of concentrated solutions containing toxic impurities: heavy metal ions, acids, surfactants. The main problem in the etching area is the processing of used etching solutions. The most progressive creation of combined systems in which the bulk of wastewater is treated in centralized systems with partial return of water to the production process. With such wastewater treatment, the problem arises of reducing the total concentration of iron to less than 1 mg/l. That is why, in accordance with the requirements of environmental legislation on nature management,

there is a need for deep additional treatment of such wastewater.

The study used the methods of potentiometric titration and chemical deposition, as well as the method of photometric determination. Magnetic cleaning was studied in an experimental magnetic deposition apparatus.

The paper presents the results of studies evaluating methods for purifying iron-containing wastewater from etching operations. Improvement is achieved by the creation of technological combined schemes for the purification of iron-containing wastewater, including a magnetic device as an auxiliary element. At the same time, the main volume of wastewater is treated in centralized systems with a partial return of water to the production process. Waste solutions from etching operations are subject to regeneration with return to the production process and partial dosage into the main wastewater stream from washing operations. Deep purification from iron-containing impurities using a magnetic device expands the possibilities of practical implementation of reverse osmosis to obtain «clean» water in centralized systems. This water is applicable for the preparation of process solutions and mixed with industrial water for flushing operations.

Keywords: combined schemes, treatment methods, wastewater, etching operations, ferrous impurities, magnetic device.

References

1. Yatskov, M., Korchyk, N., Budenkova, N., Kyrlyuk, S., Prok, O. (2017). Development of technology for recycling the liquid iron-containing wastes of steel surface etching. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (6 (86)), 70–77. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.97256>
2. Denzanov, H. O., Petruk, V. Kh., Tkhor, I. I. (2008). Pat. No. 35548 UA. *Sposib reheneratsii i vykorystannia vidpratsovanykh travylnykh rozchyniv*. MKP: C01G 3/00. No. u200804873; declared: 15.04.2008; published: 25.09.2008, Bul. No. 18, 10. Available at: <https://uapatents.com/2-35548-sposib-regeneracii-utilizacii-vidpracovanikh-travilnikh-rozchyniv.html>
3. Vasylenko, I. A., Kumanov, S. O. (2013). Pat. No. 102154 UA. *Sposib utylizatsii kyslykh zalizovmisnykh rozchyniv*. MKP: C02F 1/64, C01G 49/02, C09C 1/22, C09C 1/24. No. a201112825; declared: 01.11.2011; published: 10.06.2013, Bul. No. 11, 6. Available at: <https://uapatents.com/5-102154-sposib-utilizacii-kislukh-zalizovmisnykh-rozchyniv.html>
4. Diuinaev, K. M., Elbert, E. I., Sushev, V. S., Perfilev, V. M. (1987). *Regeneratsiia otrabotannykh sernokislotnykh rastvorov*. Moscow: Khimiia, 112.
5. Sanduliak, A. V. (1988). *Magnitno-filtratsionnaia ochistka zhidkosti i gazov*. Moscow: Khimiia, 136.
6. Yatskov, M. V., Mysina, O. I. (2001). Pat. No. 36351 A UA. *Prystrii dlia ochyshchennia ridyny vid mahnitnykh ta nemahnitnykh vkliuchen*. MPK: V03S 1/30, V01D 35/06. No. 99126648; declared: 07.12.1999; published: 16.04.2001, Bul. No. 3, 3. Available at: <https://uapatents.com/3-36351-pristrii-dlya-ochyshchennia-ridiny-vid-mahnitnykh-ta-nemahnitnykh-vkliuchen.html>
7. Yavorskyi, V. T., Kuntiyi, O. I., Kozak, S. I., Sribnyi, V. M. (1999). *Elektrokhimichne oderzhannta metaliv u vodnykh rozchynakh*. Lviv: DU «LP», 118.
8. Zapolskyi, A. K. (2005). *Fyzyko-khimichni osnovy tekhnolohii ochyshchennia stichnykh vod*. Kyiv: Vyshcha shkola, 671.
9. Kochetov, G. M. (2000). Kompleksnaia ochistka stochnykh vod promyshlennykh predpriatii s regeneratsiei tiazhelykh metallov. *Ekotekhnologii i resursoberezhennia*, 4, 41–43.
10. Filipchuk, V. L. (2004). *Ochyshchennia bahatokomponentnykh metalovmishchuiuchykh stichnykh vod promyslovykh pidpriemstv*. Rivne: UDUVHP, 8–11.
11. Uretskii, E. A. (2007). *Resursoberegaiushchie tekhnologii v vodnom khoziaistve promyshlennykh predpriatii*. Brest: BrGTU, 396.
12. Nester, A. A., Korchik, N. M., Baran, B. A. (2008). *Stichni vodi pidpriemstva ta iyykh ochyshchennia*, 171.
13. Kalinovskii, E. A., Saranin, O. L. (1999). Bezotkhodnye tekhnologii ochistki stochnykh vod. Ochistka galvanicheskikh stokov. *Ekotekhnologii i resursoberezhennia*, 1, 48–53.
14. Cherkasov, A. N., Pasechnik, V. A. (1991). *Membrany i sorbenty v biotekhnologii*. Leningrad: Khimiia, 240.
15. Dushkin, S. S. (1985). Intensifikatsiia protsessov ochistki vody magnito-elektricheskoi aktivatsiei rastvora koagulianta. *Stroitelstvo i arkhitektura*, 6, 105–107.
16. Dushkin, S. S., Beliaev, V. I. (1982). Issledovanie magnitnoi aktivatsii ionitov pri korrektyrovke solevogo sostava stochnykh vod. *Izvestiia vuzov. Stroitelstvo i arkhitektura*, 8, 112–117.
17. Shaposhnik, V. A. (2003). Kineticheskaia teoriia vodnykh rastvorov elektrolitov. *Vesnik VGU. Seriya Khimiia. Biologiya. Farmatsiia*, 2, 81–85.
18. Sanduliak, A. V., Garaschenko, V. I. (1982). *Elektromagnitnye filtr-osaditeli*. Lviv: Vischa shkola, 72.
19. Shluger, M. A. (Ed.). (1985). *Galvanicheskie pokrytiia v mashinostroenii. Vol. 1*. Moscow: Mashinostroenie, 240.
20. Vinogradov, S. S. (2005). *Organizatsiia galvanicheskogo proizvodstva. Oborudovanie, raschet proizvodstva, normirovanie*. Moscow: Globus, 256.
21. Korchyk, N. M., Yatskov, M. V., Bielikova, S. V. (2012). Pat. No. 76053 UA. *Sposib ochyshchennia stichnykh vod halvanichnoho vyrobnytstva*. MPK: S02F 9/04. No. u201206086; declared: 21.05.2012; published: 25.12.2012, Bul. No. 24, 4. Available at: <https://uapatents.com/6-76053-sposib-ochyshchennia-stichnykh-vod-galvanichno-virobnictva.html>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.246399

INDUSTRIAL WASTE MANAGEMENT ON EXAMPLE OF UKRAINE IN THE LIGHT OF ACHIEVING SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

pages 27–32

Anatolii Roman, PhD, Associate Professor, Department of Environmental Ecology and Economy, Technical University Metinvest Polytechnic, Mariupol, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6270-8141>, e-mail: anatolii.roman@mipolytech.education

This study object is industrial waste issue on the example of Ukraine: accumulation level, structure and its treatment possible ways. An analysis of waste sources available statistics on and their quantity was conducted. It is considered industrial wastes main component composition and corresponding types processing directions in Ukraine and abroad are analyzed.

It is established the industrial waste accumulation level trends in Ukraine to increase year by year, and it's comparison with Gross Domestic Product shows an raw materials increase in the economy. Minor Downward Trends (2008–2009 and 2014–2016) illustrate decline in the industrial production during respective period. The largest industrial wastes producers are mining and processing industries. Six categories of industrial waste were identified, accounting for 4/5 of their total amount. These are sludge, «tails» and other iron ore wastes, iron ore mining wastes, limestone mining residues and waste from mining operations.

Only iron ore tails enrichment technologies have been implemented at a sufficient level in Ukraine at present, but their processing level in terms of resource and energy savings is insufficient. The large relevant technologies have been introduced outside Ukraine and the most effective are includes maximum processing stages depth and included to technological production cycles.

Based on this study results it is notes the best and most effective in the realities of Ukraine areas of waste management towards the implementation of 17 sustainable development goals are multi-component processing of six main categories of waste from the mining and processing industries. This approach avoids legal conflicts and has the highest environmental and economic effect.

Keywords: sustainability, industrial waste management, environmental impact, resource efficient technologies, energy efficient technologies.

References

1. *United Nations*. Available at: <https://www.un.org/en/>
2. Ceclan, R. E., Ceclan, M., Popa, I. (2011). Sustainable Waste Management in Europe. *Electrotehnica, Electronica, Automatica*, 59 (4), 53–59.
3. Aoki, K., Cioffi, J. (1999). Poles Apart: Industrial Waste Management Regulation and Enforcement in the United States and Japan. *Law & Policy*, 21 (3), 213–245. doi: <http://doi.org/10.1111/1467-9930.00072>
4. Costa, I., Massard, G., Agarwal, A. (2010). Waste management policies for industrial symbiosis development: case studies in European countries. *Journal of Cleaner Production*, 18 (8), 815–822. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.12.019>
5. Peter, J., Daphne, C. (2019). Sustainability and the European Waste Management Industry. *Advances in Environmental Studies*, 3 (1), 198–208. doi: <http://doi.org/10.36959/742/217>
6. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy*. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
7. *Pro nadra* (1994). Kodeks Ukrainy No. 132/94-BP. 27.07.1994. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 36–340. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/132/94-%D0%B2%D1%80#Text>
8. *Derzhavnyi kadastr rodovysch ta zapasiv korysnykh kopalyn*. Available at: <https://geoinf.kiev.ua/derzhavnyi-oblik-rodovysch-ta-zapasiv-korysnykh-kopalyn/derzhavnyi-kadastr-rodovysch-i-proyaviv-korysnykh-kopalyn/>
9. Sokolova, V. P., Uchytel, A. D. (2017). Pererobotka shlamovykh otkhodov obohashcheniya zheleznoi rudy. *Zbahachennia korysnykh kopalyn*, 66 (107), 3–12.
10. Lobodyna, Z. V., Radchuk, A. H. (2005). Doobohashchenye lezhalykh khvostov TsHOKa. *Sbornyk nauchnykh trudov Melkhanobrchemeta «Novoe v tekhnolohyy, tekhnyye y pererabotke myneralnoho syria»*, 67–73.
11. Zheltye Vody. *Ukrudprom*. Available at: http://ukrudprom.ua/reference/factory/Geltie_Vodi.html
12. Fedorova, I. A. (2004). *Tekhnolohichna mineralohiia vidkhodiv zbahachennia pivnichnoho hirnychozbahachuvalnoho kombinatu Kryvorizkoho baseinu*. Kryvorizkyi tekhnichniy universtet, 20.
13. Batisteli, G. M. B., Peres, A. E. C. (2008). Residual amine in iron ore flotation. *Minerals Engineering*, 21 (12-14), 873–876. doi: <http://doi.org/10.1016/j.mineng.2008.04.002>
14. Das, B., Prakash, S., Das, S. K., Reddy, P. S. R. (2008). Effective Beneficiation of Low Grade Iron Ore Through Jigging Operation. *Journal of Minerals and Materials Characterization and Engineering*, 7 (1), 27–37. doi: <http://doi.org/10.4236/jmmce.2008.71002>
15. Kumar, R., Mandre, N. R. (2017). Recovery of iron from iron ore slimes by selective flocculation. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 117 (4), 397–400. doi: <http://doi.org/10.17159/2411-9717/2017/v117n4a12>
16. Boynton, R. S. (1980). *Chemistry and Technology of Lime and Limestone*. Wiley, 592.
17. Monshi, A., Asgarani, M. K. (1999). Producing Portland cement from iron and steel slags and limestone. *Cement and Concrete Research*, 29 (9), 1373–1377. doi: [http://doi.org/10.1016/s0008-8846\(99\)00028-9](http://doi.org/10.1016/s0008-8846(99)00028-9)
18. Oates, J. A. H. (2007). *Construction and Building. Vol. 8. Lime and Limestone: Chemistry and Technology, Production and Uses*. Wiley, 68–114.
19. Shevchenko, B. N. (1989). *Konstruksyy yz betonov na otkhodakh obohashcheniya zheleznykh rud*. Kyiv: Vyshcha shkola, 192.
20. Shyshkyn, A. A., Shyshkyna, A. A., Shcherba, V. V. (2013). Osobennosti yspolzovaniya otkhodov horno-obohatyatelykh kombynatov v proyzvodstve stroytelnykh materialov. *Visnyk Donbaskoi natsionalnoi akademii budivnytstva i arkhitektury*, 1 (99), 9–12.
21. Holyk, V. Y., Komashchenko, V. Y., Morku, V. S. (2015). Ynnovatsyonnye tekhnolohyy kompleksnoho yspolzovaniya khvostov obohashcheniya pererabotky rud. *Visnyk Kryvorizkoho natsionalnoho universytetu*, 39, 68–72.
22. Kumar, S., Dhara, S., Kumar, V., Gupta, A., Prasad, A., Keshari, K., Mishra, B. (2019). Recent trends in slag management & utilization in the steel industry. *Minerals & Metals Review*, 94–109.

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.246560

FORMATION OF CONSUMER PREFERENCES IN THE FISH RESTAURANTS MENU BASED ON SENSORY CHARACTERISTICS

pages 33–38

Tatiana Nikitchina, PhD, Associate Professor, Department of Hotel and Catering Business, Odessa National Technical University, Odessa, Ukraine, e-mail: nikitchinati@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1034-3483>

Tatiana Manoli, PhD, Associate Professor, Department of Meat, Fish and Seafood Technology, Odessa National Technical University, Odessa, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9121-9232>

Olena Miroshnichenko, PhD, Associate Professor, Department of Wine Technology and Sensory Analysis, Odessa National Technical University, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7701-2056>

Hanna Korkach, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Bread, Confectionery, Macaroni Products and Food Concentrates Technology, Odessa National Technical University, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9147-5508>

Olena Kotuzaki, PhD, Associate Professor, Department of Bread, Confectionery, Macaroni Products and Food Concen

trates Technology, Odessa National Technical University, Odessa, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9846-8995>

Svetlana Pambuk, PhD, Associate Professor, Department of Marketing, Business and Trade, Odessa National Technical University, Odessa, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6651-5774>

The object of research is fish culinary products in the jelly pouring of the menu of conceptual restaurants. The subject of research is the consumer characteristics of gelling fish broth for culinary products based on sensory characteristics.

The study used methods for determining the consumer characteristics of fish culinary products based on physical, chemical, aesthetic and sensory analysis. Methods for the preliminary preparation of hydrocolloids as structure-forming agents for the preparation of gelling culinary products with the study of the parameters of the jelly formation process are proposed. The developed ingredient composition of fish culinary products based on low methoxylated pectin and sodium alginate improves the consumer characteristics of the finished dish. This ensures the implementation of strategic decisions in the food industry through the introduction of innovative technologies and the release of products with new consumer and functional properties. It is the new ingredient composition of the fish culinary products in the pouring that opens the priorities in the creation of the wellness products industry with the aim of improving the health of consumers. The active elements of algae are absorbed almost completely through a chemical composition close to that of human plasma. As a result, algae are able to compensate for the lack of elements and contribute to the normalization of metabolism. The use of low-esterified pectin is due to its structure-forming, therapeutic and prophylactic, sorption, antibacterial properties, which are an alternative to antibiotics and synthetic preservatives to prevent bacterial spoilage. The use of dietary supplements based on sodium alginate and pectin in food products provide an adjustable texture with new rheological and functional properties, which have a positive effect on the commodity performance of finished products for promotion on the market of healthy food restaurants.

On the basis of the sensory indicator, rational parameters of the recipe of fish culinary products in jelly pouring were determined to obtain a transparent, stable, homogeneous elastic consistency, which will expand the range of the wellness menu of restaurants of the Wellness concept.

Keywords: consumer characteristics, sensory indicators, jelly culinary products, structure-forming agents, fish restaurants.

References

1. Khrystova, T. Ye. (2018). Priorytet zdorovoho sposobu zhyttia studentiv. *Ekolohiia – filozofia isnuvannia liudstva*, 131–135.
2. Goodyear, V. A., Kerner, C., Quennerstedt, M. (2017). Young people's uses of wearable healthy lifestyle technologies; surveillance, self-surveillance and resistance. *Sport, Education and Society*, 24 (3), 212–225. doi: <http://doi.org/10.1080/13573322.2017.1375907>
3. Sansone, F., Mencherini, T., Picerno, P., Lauro, M. R., Cerato, M., Aquino, R. P. (2019). Development of Health Products from Natural Sources. *Current Medicinal Chemistry*, 26 (24), 4606–4630. doi: <http://doi.org/10.2174/0929867325666180926152139>
4. Küster-Boluda, I., Vidal-Capilla, I. (2017). Consumer attitudes in the election of functional foods. *Spanish Journal of Marketing – ESIC*, 21, 65–79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.sjme.2017.05.002>
5. Sidorova, I. G. (2019). Kontsepsiia Wellness v meditsinskom diskurse (na materiale russkoiaznychkh i angloiaznychkh tekstov internet-saitov o zdorovom obraze zhizni). *K 63 Kommunikativnye strategii i lingvokognitivnye mekhanizmy porozhdeniia professionalnogo diskursa*. Irkutsk: IGMU, 137–146.
6. Ashwell, M. (2004). Concepts of functional food. *Nutrition & Food Science*, 34 (1), 47. doi: <https://doi.org/10.1108/nfs.2004.34.1.47.3>
7. Barysheva, Y., Glushkov, O., Manoli, T., Nikitchina, T., Bezusov, A. (2017). Substantiation of hot smoking parameters based on sensory researches in hot fish marinades technology in the jelly pouring. *EUREKA: Life Sciences*, 5, 33–38. doi: <https://doi.org/10.21303/2504-5695.2017.00420>
8. Bai, L., Wang, M., Yang, Y., Gong, S. (2019). Food safety in restaurants: The consumer perspective. *International Journal of Hospitality Management*, 77, 139–146. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.06.023>
9. Chugunova, O. V., Zavorokhina, N. V. (2010). *Ispolzovanie metodov degustatsionnogo analiza pri modelirovanii retseptur pischevykh produktov s zadannymi potrebitelskimi svoistvami*. Ekaterinburg: Izd-vo Ural. gos. ekon. un-ta, 148.
10. Parkhutova, I. I. (2010). Nauchno-eksperimentalnoe obosnovanie is-polzovaniia strukturoreguliruiuschikh kompozitsii pri proizvodstve rybnikh kulinarnykh izdelii v termostoikikh geleobrazuiuschikh zalivkakh. *Izvestiia TINRO*, 163, 414–429.
11. Nikitchina, T. I., Manoli, T. A., Barysheva, I. O. (2015). Development of antihunt systems of sauces in the technology of fish products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (10 (74)), 19–24. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.39801>
12. Cao, L., Lu, W., Mata, A., Nishinari, K., Fang, Y. (2020). Egg-box model-based gelation of alginate and pectin: A review. *Carbohydrate Polymers*, 242, 116389. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116389>
13. Zavadlav, S., Blažič, M., Van de Velde, F., Vignatti, C., Fenoglio, C., Piagentini, A. M. et. al. (2020). Sous-Vide as a Technique for Preparing Healthy and High-Quality Vegetable and Seafood Products. *Foods*, 9 (11), 1537. doi: <https://doi.org/10.3390/foods9111537>
14. Zhang, H., Zhang, F., Yuan, R. (2020). Applications of natural polymer-based hydrogels in the food industry. *Hydrogels Based on Natural Polymers*. Elsevier, 357–410. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816421-1.00015-x>
15. Hilbig, J., Hartlieb, K., Gibis, M., Herrmann, K., Weiss, J. (2020). Rheological and mechanical properties of alginate gels and films containing different chelators. *Food Hydrocolloids*, 101, 105487. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105487>
16. Williams, P. A., Phillips, G. O. (2009). Introduction to food hydrocolloids. *Handbook of Hydrocolloids*. Woodhead Publishing Limited, 1–22. doi: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.1>
17. Maeda, H., Nakamura, A. (2021). Soluble soybean polysaccharide. *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, 463–480. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-820104-6.00025-5>
18. Presentato, A., Scurria, A., Albanese, L., Lino, C., Sciortino, M., Pagliaro, M. et. al. (2020). Superior Antibacterial Activity of Integral Lemon Pectin Extracted via Hydrodynamic Cavitation. *ChemistryOpen*, 9 (5), 628–630. doi: <https://doi.org/10.1002/open.202000076>
19. Ciriminna, R., Meneguzzo, F., Delisi, R., Pagliaro, M. (2017). Olive Biophenols as New Antioxidant Additives in Food and

Beverage. *ChemistrySelect*, 2 (4), 1360–1365. doi: <https://doi.org/10.1002/slct.201601900>

20. Saha, D., Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. *Journal of Food Science and Technology*, 47 (6), 587–597. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-010-0162-6>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242333

STUDY ON THE OPTIMIZATION OF SPRAY DRYING PROCESS FOR ARECA TARO POWDER WITH MICROCRYSTALLINE CELLULOSE

pages 39–42

Feifei Shang, Postgraduate Student, Department of Technology and Food Safety, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine; School of Food and Bioengineering, Hezhou University, Hezhou, China, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7648-9568>

Tetiana Kryzhska, PhD, Senior Lecturer, Department of Technology and Food Safety, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7151-9799>

Zhenhua Duan, School of Food and Bioengineering, Hezhou University, Hezhou, China, e-mail: dzh65@126.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9283-3629>

Starch is a product of intensive processing of agricultural products. During the processing of plant starch, nutrients such as protein, dietary fiber, and minerals are removed. In addition to nutritional imbalance, rich nutrients have an impact on the environment. The object of research is Areca taro, a starch-rich agricultural product.

The research aims to use spray drying technology to obtain a whole betel nut taro powder for food processing, such as sausages and noodles. The taro is used as a raw material, and the whole taro flour is obtained after peeling, cutting, crushing with water, and spray drying. Using single factor and orthogonal experiment to optimize the spray drying process parameters and embedding agent of taro powder, and then analyze its physical and chemical properties.

The results show that adding 0.01 % Xanthan gum+0.12 % Microcrystalline cellulose (embedded agent) to the taro emulsion can increase the extraction rate of taro flour, speed up the drying speed, and prevent sticking to the wall. The best process of spray drying: the speed of atomizer was 16000 r/m, the wind temperature was 200 °C, the material liquid concentration was 28.00 % and the feeding rate was 75 mL/min. The taro powder produced by this process has better liquidity, light purple color, smooth texture, and strong flavor of taro. Product parameters: powder fluidity was 13.9 cm, extraction rate was 15.36 %, water activity was 0.416, chromaticity parameters were 19.73 (L^* value), 2.96 (a^* value) and 3.25 (b^* value), bulk density was 0.44 g/mL.

This technology can provide data support and reference for food processing companies. The taro whole powder would be widely used as food ingredients in future.

Keywords: taro powder, microcrystalline cellulose, spray drying, powder extraction rate, process parameters.

References

1. Santhi, D., Kalaikannan, A., Malairaj, P., Arun Prabhu, S. (2015). Application of microbial transglutaminase in meat foods: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57 (10), 2071–2076. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.945990>

2. Choi, Y.-S., Kim, H.-W., Hwang, K.-E., Song, D.-H., Jeong, T.-J., Kim, Y.-B. et. al. (2015). Effects of fat levels and rice bran fiber on the chemical, textural, and sensory properties of frankfurters. *Food Science and Biotechnology*, 24 (2), 489–495. doi: <https://doi.org/10.1007/s10068-015-0064-5>
3. Niu, M., Hou, G. G. (2018). Whole wheat noodle: Processing, quality improvement, and nutritional and health benefits. *Cereal Chemistry*, 96 (1), 23–33. doi: <https://doi.org/10.1002/cche.10095>
4. Food-based dietary guidelines – Austria. FAO. Available at: <https://www.fao.org/nutrition/education/food-dietary-guidelines/regions/countries/austria/en/>
5. Lin, S., Gao, J., Jin, X., Wang, Y., Dong, Z., Ying, J., Zhou, W. (2020). Whole-wheat flour particle size influences dough properties, bread structure and in vitro starch digestibility. *Food & Function*, 11 (4), 3610–3620. doi: <https://doi.org/10.1039/c9fo02587a>
6. Zhiyin, C., Yihong, H., Chenzhong, J., Qiong, Z. D. W. (2012). Study on extraction process and performance of soluble dietary fiber from taro. *Hunan Agricultural Sciences*, 09, 89–91. doi: <https://doi.org/10.16498/j.cnki.hnnykx.2012.09.008>
7. De Souza, H. J. B., Dessimoni, A. L. de A., Ferreira, M. L. A., Botrel, D. A., Borges, S. V., Viana, L. C. et. al. (2020). Microparticles obtained by spray-drying technique containing ginger essential oil with the addition of cellulose nanofibrils extracted from the ginger vegetable fiber. *Drying Technology*, 39 (12), 1912–1926. doi: <https://doi.org/10.1080/07373937.2020.1851707>
8. Carra, J. B., Matos, R. L. N. de, Novelli, A. P., Couto, R. O. do, Yamashita, F., Ribeiro, M. A. dos S. et. al. (2022). Spray-drying of casein/pectin bioconjugate microcapsules containing grape (*Vitis labrusca*) by-product extract. *Food Chemistry*, 368, 130817. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130817>
9. Dong, N., Wang, Q., Chen, Z., Lu, D., Deng, R. (2021). The effect of compound maltodextrin and β -cyclodextrin on the quality of spray-dried sweet potato powder. *Food Industry Science and Technology*, 07, 70–75. doi: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020060224>
10. Wang, Y., Gu, J., Qu, H. (2019). Study on the preparation of purple sweet potato powder by spray drying. *Agricultural Science and Technology and Equipment*, 01, 60–63. doi: <https://doi.org/10.16313/j.cnki.nykjyzb.2019.01.022>
11. Zhang, L., Li, Q., Zhao, X., Shu, Q., Su, X., Xiong, X. (2017). Optimization of Spray Drying Technology in Processing Chinese Yam Flour. *Packaging and Food Machinery*, 5, 6–10. Available at: https://caod.oriprobe.com/articles/51755285/Optimization_of_Spray_Drying_Technology_in_Process.htm
12. Wang, Z., Fan, F., Wang, H., Wei, D., Wang, Y. (2006). The study on the processing parameters and formula of drying aid for strawberry powder. *Science and Technology of Food Industry*, 9, 117–119. Available at: http://caod.oriprobe.com/articles/11400579/The_study_on_the_processing_parameters_and_formula_of_drying_aid_for_s.htm
13. Alves, R. M. L., Grossmann, M. V. E., Silva, R. S. S. F. (1999). Gelling properties of extruded yam (*Dioscorea alata*) starch. *Food Chemistry*, 67 (2), 123–127. doi: [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(99\)00064-3](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(99)00064-3)
14. Suhag, Y., Nayik, G. A., Karabagias, I. K., Nanda, V. (2021). Development and Characterization of a Nutritionally Rich Spray-Dried Honey Powder. *Foods*, 10 (1), 162. doi: <https://doi.org/10.3390/foods10010162>

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244008

DETERMINATION OF QUALITY INDICATORS OF MARMALADE WITH ADDITION OF MULTI-COMPONENT FRUIT AND BERRY PASTE DURING STORAGE

pages 43–46

Olga Samokhvalova, PhD, Professor, Department of Technology of Grain Products and Confectionery, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9303-6883>

Kateryna Kasabova, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Grain Products and Confectionery, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5827-1768>, e-mail: Kasabova_kateryna@hduht.edu.ua

Natalia Shmatchenko, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Grain Products and Confectionery, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8289-7939>

The object of research is the technology of jelly-fruit marmalade with the addition of multicomponent fruit and berry paste from apples, quince and black currant. Marmalade products are in demand due to their attractive appearance, excellent taste, aroma and good absorption by the body. This delicacy is characterized by the absence of fat, high sugar content and the presence of functionally physiological ingredients. Due to the growing interest of consumers in products of increased nutritional value, the technology of jelly-fruit marmalade with the addition of multicomponent fruit and berry paste from apples, quince and black currant has been improved. New confectionery products must first of all be safe for human health, therefore, organoleptic, physicochemical and microbiological indicators of the quality of marmalade were determined during storage.

In terms of organoleptic quality indicators, both control and experimental marmalade samples have high quality indicators during the shelf life. The storage duration affects the consistency of the marmalade, which becomes protracted after 3 months of storage and contributes to a decrease in the color saturation of all samples. The loss of the mass fraction of moisture in the control sample of marmalade up to 6.1 % and the sample with fruit and berry paste – up to 5.0 %, an increase in acid accumulation by 4.0–20.6 % for the control and by 4.0–20 % for the sample marmalade with pasta. It is noted that the content of reducing substances increases in the control sample by 18.0–50.0 %, which is 11.8–15.0 %, and in the sample with the addition of paste – by 10.8–36.9 %, which is 12.3–15.2 %. The data obtained is admissible and meets the established quality requirements in accordance with the requirements of regulatory documents.

Microbiological quality indicators have been determined and it has been established that new samples of marmalade with multicomponent paste, both freshly prepared and after a guaranteed shelf life, comply with the standards of all current requirements for the quality of food products. The safety of jelly-fruit marmalade on agar with the addition of multicomponent fruit and berry paste from apples, quince and black currant has been proven during the guaranteed shelf life of 3 months.

Keywords: technology of marmalade, multicomponent paste, quality characteristics, storage of marmalade, microbiological characteristics, nutritional value.

References

1. Nikolaeva, M. A., Tananaeva, T. S. (2020). Conditions and terms of storage of confectionery products. *Commodity Specialist of Food Products*, 12, 64–71. doi: <http://doi.org/10.33920/igt-01-2012-11>
2. Osipov, M. V., Kazantsev, E. V., Rudenko, O. S., Kondratev, N. B. (2020). Predicting the safety of confectionery products of jelly-like consistency. *Vse o myase*, 55, 257–260.
3. Kazantsev, E. V., Kondratyev, N. B., Osipov, M. V., Rudenko, O. S., Linovskaya, N. V. (2021). Management of moisture transfer processes during the storage of confectionery with a jelly-like consistency. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 82 (4), 47–53. doi: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-4-47-53>
4. Kondratyev, N. B., Kazantsev, E. V., Osipov, M. V., Bazhenova, A. E., Linovskaya, N. V. (2021). The influence of the amount of caramel syrup on the processes of moisture transfer during the storage of marmalade. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 82 (4), 24–29. doi: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-4-24-29>
5. Piskunenko, K. R., Popov, V. G. (2020). Trends in production of functional marmalade. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 82 (2), 72–76. doi: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2020-2-72-76>
6. Artamonova, M., Piliugina, I., Aksonova, O. (2021). Study of properties of jelly-fruit marmalade with herbal additives. *BIO Web of Conferences*, 30, 01003. doi: <http://doi.org/10.1051/bioconf/20213001003>
7. Shmatchenko, N., Artamonova, M., Aksonova, O., Oliinyk, S. (2018). Investigation of the properties of marmalade with plant cryoadditives during storage. *Food Science and Technology*, 12 (1). doi: <http://doi.org/10.15673/fst.v12i1.843>
8. Skobelskaya, Z. G., Butin, S. A., Lyubennina, I. A. (2018). Storage of Functional Marmalade containing Flaxseed oil. *Khranenie i pererabotka selkhozsyrya*, 1, 16–19.
9. Magomedov, G. O., Lobosova, L. A., Zhurakhova, S. N. (2017). Jelly-fruit marmalade of high nutritional value with juice from sand buckthorn berries. *Tekhnika i tekhnologiya pischevykh proizvodstv*, 46 (3), 50–54.
10. Nepochatykh, T., Sheremet, S. (2018). Ensuring the Quality of the New Fruit and Berry Marmalade by Adding Kelp. *Path of Science*, 4 (2), 3001–3007. doi: <http://doi.org/10.22178/pos.31-6>
11. Samokhvalova, O., Kasabova, K., Shmatchenko, N., Zagorulko, A., Zahorulko, A. (2021). Improvement of technology of marmalade adding developed multiple component fruit and berry paste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (11 (114)), 6–14. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.245986>
12. Pavlova, N. S. (2020). *Sbornik osnovnykh retseptur sakharistykh konditerskikh izdelii*. Saint Petersburg: GIOR, 232.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244239

DEVELOPMENT OF A RECIPE FOR A «SOLODOK» MULTICOMPONENT MIXTURE TO IMPROVE THE QUALITY OF PASTRIES

pages 47–52

Olena Bilyk, PhD, Associate Professor, Department of Bakery and Confectionery Goods Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: bilyklena@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3606-1254>

Liudmyla Burchenko, Postgraduate Student, Department of Bakery and Confectionary Goods Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5413-961X>

Oksana Kochubei-Lytvoynenko, PhD, Associate Professor, Department of Milk and Dairy Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0712-448X>

Yulia Bondarenko, PhD, Associate Professor, Department of Bakery and Confectionary Goods Technology, National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3781-5604>

The object of research in this work is a baked product enriched with a mixture of sprouted grains, ground cinnamon, apple pectin, dry wheat gluten, ascorbic acid. Pastries occupy an important place in the production and sale of food products and have a high calorie content. To reduce the energy value of pastry products, it is proposed to replace wheat flour in the recipe with a mixture of germinated grains of wheat, oats, barley and corn. In this work, the properties of such mixtures were studied using the example of a mixture of the «CHOICE» company (Ukraine). The mixture of germinated grains of cereals of wheat, oats, barley and corn of this company is rich in dietary fiber, nonessential and irreplaceable amino acids, microelements and macroelements, vitamins.

It has been established that a rational substitution of premium wheat flour for a mixture of germinated grains in the recipe for pastry products is 50 %. Due to the germination process, a large amount of amylolytic and proteolytic enzymes accumulates in cereals, which impair the structural and mechanical properties of the crumb of pastry products, as a result of which the crumb of the product becomes sticky and wrinkled. The work was aimed at developing a multicomponent mixture to improve the quality of pastry products, the formulation of which includes a mixture of germinated grains. A «Solodok» multicomponent mixture has been developed, which has a positive effect on the organoleptic and structural-mechanical properties of the product crumb. The mixture contains safe food additives and ingredients: ground cinnamon, dry wheat gluten, apple pectin, ascorbic acid. It has been established that the introduction of the «Solodok» multicomponent mixture into the dough leads to the replacement of the fermentation process with the stage of sedimentation. The use of a multicomponent mixture leads to an improvement in the organoleptic characteristics of rich products, an increase in the specific volume of products, and an improvement in the development of the porosity of products. Adding a mixture of sprouted grains and a «Solodok» multicomponent mixture leads to a change in the traditional taste, the products acquire a pleasant aftertaste of sprouted cereals and cinnamon. The use of a mixture of germinated grains and a «Solodok» multicomponent mixture in the recipe for pastry products leads to a decrease in the energy value of pastry products in comparison with the control.

Keywords: pastries, a mixture of germinated grains, multicomponent mixture, nutritional value, germinated cereals.

References

1. Drobot, V. I. (2018). *Dovidnyk z tekhnolohii khlibopekarskoho vyrobnytstva*. Kyiv: ProfKnyha, 580.

2. Koryachkina, S. Ya., Matveeva, T. V. (2013). *Funktsionalnye pischevye ingrediety i dobavki dlya khlebobulochnykh i konditerskikh izdelii*. Saint Petersburg: GIOR, 628.
3. Miliutin, O. I., Varhanova, I. V., Potapenko, S. I. (2009). Pat. No. 46340 UA. *Sposib otrymannia biolohichno-aktyvnoho produktu «proroshcheni zerna»*. MPK A23L 1/172. No. u200911217; declared: 05.11.2009; published: 10.12.2009, Bul. No. 23.
4. Auerman, L. Ya. (2009). *Tekhnologiya khlebopekarnogo proizvodstva*. Saint Petersburg: Professiya, 416.
5. Kun, G. A. O., Yanxiang, L., Bin, T., Xiaohong, T., Duqin, Z., Liping, W. (2021). An insight into the rheology and texture assessment: The influence of sprouting treatment on the whole wheat flour. *Food Hydrocolloids*, 107248. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107248>
6. Mäkinen, O. E., Arendt, E. K. (2012). Oat malt as a baking ingredient – A comparative study of the impact of oat, barley and wheat malts on bread and dough properties. *Journal of Cereal Science*, 56 (3), 747–753. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.08.009>
7. Lebedenko, T. Ye., Pshenyshniuk, H. F., Sokolova, N. Yu. (2014). *Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva*. Odesa: Osvita Ukrainy, 392.
8. Drobot, V. I. (2015). *Tekhnokhimichniy kontrol syrovyny ta khlibobulochnykh i makaronnykh vyrobiv*. Kyiv: NUKhT, 902.
9. Bondarenko, Y., Mykhonik, L., Bilyk, O., Kochubei-Lytvoynenko, O., Andronovich, G., Hetman, I. (2019). Study of the influence of buckwheat flour and flax seeds on consumption properties of long-stored bakery products. *EUREKA: Life Sciences*, 4, 9–18. doi: <http://doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00973>
10. Drevin, V. E., Kryuchkova, E. I., Kryuchkova, T. E. (2016). Biologicheskie aspekty primeneniya pektina pri proizvodstve pshenichnogo khleba. *Vestnik agrarnoi nauki Dona*, 2 (34), 37–41.
11. Imesin, A. (Ed.) (2010). *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. Oxford: Wiley-Blackwell, 258.
12. Kolpakova, V. V., Budantsev, E. V., Zaitseva, L. V., Studennikova, O. Yu., Vanin, S. V., Vasilenko, Z. V. (2010). Sukhaya pshenichnaya kleikovina: funktsionalnye svoystva, perspektivy primeneniya. *Pischevaya promyshlennost*, 4, 56–59. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/suhaya-pshenichnaya-kleikovina-funktsionalnye-svoystva-perspektivy-primeneniya>
13. Martyanova, A., Pischugina, E. (2002). Vliyanie sukhoi pshenichnoi kleikoviny na khlebopekarnye svoystva muki. *Khleboprodukty*, 8, 14–17.
14. Bobyshev, K. A., Matveeva, I. V., Yudina, T. A. (2013). Vliyanie askorbinovoi kisloty na svoystva testa i kachestvo khleba. *Pischevye ingrediety. Syre i dobavki*, 1, 52–55.
15. Miller, K. A., Hosenev, R. C. (1999). Effect of Oxidation on the Dynamic Rheological Properties of Wheat Flour-Water Doughs. *Cereal Chemistry Journal*, 76 (1), 100–104. doi: <http://doi.org/10.1094/cchem.1999.76.1.100>
16. Skurikhin, I. M., Tutelyan, V. A. (Eds.) (2002). *Khimicheskii sostav rossiiskikh pischevykh produktov*. Moscow, 236.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247266

DEVELOPMENT OF NUTRIENT MEDIUM FOR RIBOFLAVIN BIOSYNTHESIS BY EREMOTHECIUM ASHBYI ASCOMYCETES

pages 53–56

Nataliia Stetsenko, Department of Industrial Biotechnology and Biopharmacy, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2597-2335>

Valentyna Polishchuk, PhD, Associate Professor, Department of Industrial Biotechnology and Biopharmacy, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: polischukou@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1284-584X>

Olexiy Dugan, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Department of Industrial Biotechnology and Biopharmacy, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5646-917X>

The object of the study is the riboflavin producer *Eremothecium ashbyi* Guilliermond 1935 VKPM F-340, the subject of the study is the regularities of riboflavin biosynthesis by the *E. ashbyi* F-340 strain under different cultivation conditions. Riboflavin is an important micronutrient that is a precursor of the coenzymes flavin mononucleotide and flavinadine dinucleotide, it is necessary for biochemical reactions in all living cells. Population growth and an increase in human needs for vitamin-fortified food and agricultural products is the reason for an increase in demand for riboflavin preparations. Considering this, it is important and economically beneficial to improve the technology for the production of vitamin B₂. An important factor that affects the yield of the product is the nutrient medium. At present, the influence of agricultural waste on the biosynthesis of riboflavin is being actively studied in the world. However, not all of the studied types of raw materials are typical for the agriculture of this or that country. Therefore, in order to determine whether this direction of research is promising, it is important to check the effect on the biosynthetic activity of the riboflavin producer of the most common wastes of the domestic industry. In this work, this is done on the example of Ukraine.

In the course of the study, microbiological (surface and deep cultivation of *E. ashbyi* F-340), physicochemical (determination of the amount of biomass by the gravimetric method, determination of the concentration of riboflavin by the spectrophotometric method) and mathematical methods were used. The proposed media with the addition of agricultural waste, providing a higher yield of riboflavin compared to conventional media. The influence of different types of agricultural waste on the biosynthesis of riboflavin by the producer *E. ashbyi* F-340 was evaluated. The efficiency of using sunflower cake as a component of the nutrient medium is shown. The optimal sources of carbon for the nutrient medium with oil cake have been determined, which increases the yield of riboflavin. Due to the large amount of sunflower cake obtained in Ukraine, its use for modifying the nutrient medium in order to increase the yield of riboflavin in the future

will lead to a decrease in the cost of the target product due to the use of cheap and ecological raw materials.

Keywords: riboflavin producer, *Eremothecium ashbyi* F-340, submerged cultivation, agricultural waste, sunflower cake.

References

1. Abbas, C. A., Sibirny, A. A. (2011). Genetic Control of Biosynthesis and Transport of Riboflavin and Flavin Nucleotides and Construction of Robust Biotechnological Producers. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 75 (2), 321–360. doi: <http://doi.org/10.1128/mmr.00030-10>
2. Zhao, G., Dong, F., Lao, X., Zheng, H. (2021). Strategies to Increase the Production of Biosynthetic Riboflavin. *Molecular Biotechnology*, 63 (10), 909–918. doi: <http://doi.org/10.1007/s12033-021-00318-7>
3. Kalingan, A. E., Liao, C. M. (2002). Influence of type and concentration of flavinogenic factors on production of riboflavin by *Eremothecium ashbyi* NRRL 1363. *Bioresource Technology*, 82 (3), 219–224. doi: [http://doi.org/10.1016/s0960-8524\(01\)00194-8](http://doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00194-8)
4. Pujari, V., Chandra, T. S. (2000). Statistical optimization of medium components for improved synthesis of riboflavin by *Eremothecium ashbyi*. *Bioprocess Engineering*, 23 (3), 303–307. doi: <http://doi.org/10.1007/PL00009127>
5. Cheng, X., Zhou, J., Huang, L., Li, K. (2011). Improved riboflavin production by *Eremothecium ashbyi* using glucose and yeast extract. *African Journal of Biotechnology*, 10 (70). doi: <http://doi.org/10.5897/AJB11.986>
6. Polishchuk, V. Yu., Malaniuk, M. I., Duhan, O. M. (2011). Morfoloho-kulturalni i biosyntetychni vlastyvoli Eremotecium ashbyi Guill. *Naukovi visti NTUU «KPI»*, 3, 74–78.
7. Bampidis, V., Azimonti, G., Bastos, M. D., Christensen, H., Dusemund, B., Durjava, M. F. et al. (2021). Safety and efficacy of the feed additive consisting of Vitamin B₂/Riboflavin produced by *Eremothecium ashbyi* CCTCCM 2019833 for all animal species. *EFSA Journal*, 19 (3). doi: <http://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6462>
8. Polishchuk, V., Dugan, O. (2020). Prospects of using glucose-fructose syrup in the riboflavin biotechnology. *Food Science and Technology*, 14 (2). doi: <http://doi.org/10.15673/fst.v14i2.1512>
9. Dudka, I. A., Vasser, S. P., Ellanskaia, I. A., Koval, E. Z., Gorbik, L. T., Nikolskaia, E. A. et al. (1982). *Metody eksperimentalnoi mikologii*. Kyiv: Naukova Dumka, 562.
10. Ostrovskii, Iu. M. (Ed.) (1979). *Eksperimentalnaia vitaminologiya*. Minsk: Nauka i tekhnika, 552.
11. Shpichka, A. I., Semenova, E. F., Kuznetsova, A. V. (2011). K voprosu opredeleniia riboflavina v biotekhnologicheskom syre. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*, 1, 30–32.
12. Ken Ugo, A., Vivian Amara, A., Cn, I., Kenechuwku, U. (2017). Microbial Lipases: A Prospect for Biotechnological Industrial Catalysis for Green Products: A Review. *Fermentation Technology*, 6 (2). doi: <http://doi.org/10.4172/2167-7972.1000144>
13. *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy* (2021). Available at: <http://ukrstat.gov.ua>



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247262

ЗАСТОСУВАННЯ ВНУТРІШНЬОПЛАСТОВОГО КАТАЛІЗУ ДЛЯ ВИЛУЧЕННЯ ВАЖКОВИДОБУВНИХ ВУГЛЕВОДНІВ сторінки 6–10

Зезекало І. Г., Коваленко В. І., Ларцева І. І., Дубина О. В.

Об'єктом дослідження є каталітичний вплив (гідрокрекінг) для вилучення вуглеводнів, що важко видобуваються, предметом дослідження є зміна фізико-хімічних властивостей вуглеводнів шляхом часткової газифікації, полегшення фракційного складу вуглеводнів. Одним з найбільш проблемних місць є відсутність досліджень щодо каталітичного впливу на вуглеводні, що важко видобуваються, в пластових умовах. Хоча такі процеси, як каталітичний крекінг, риформінг, ізомеризація, ароматизація та алкування вуглеводнів відомі та використовуються при переробці нафти.

У ході дослідження використовувалися методи наукового пізнання – експеримент та вимір. У процесі виконаних лабораторних робіт розроблено ефективний каталізатор, досліджено вплив температури на фракційний склад та фізико-хімічні властивості нафти, нафтопродуктів та газоконденсату. Для імітації пластових умов використано герметичні металеві реторти, в яких проби нафти та газоконденсату піддавали різним температурним режимам. У процесі випробувань кернів, насичених газоконденсатом, досліджено залежність фільтрації від фізичних параметрів – температури та тиску, фракційного складу, питомої ваги та в'язкості.

Лабораторними дослідженнями доведено зменшення щільності та в'язкості вуглеводнів, збільшення проникності кернів. Вплив каталізу на нафту дозволив збільшити обсяг відгону легких фракцій від 30 до 60 %, для газоконденсату – до 50 %, що підтверджує ефективність методу каталізу важковидобувних вуглеводнів. Це пов'язане з тим, що коректність постановки та розв'язання завдання забезпечили отримання адекватних результатів. На відміну від існуючих процесів гідрокрекінгу нафтопродуктів, запропонований спосіб дозволяє видобувати важкі та малорухливі вуглеводні в пластових умовах за менших температур 120–150 °С. При цьому технологія каталітичного гідрування важких вуглеводнів буде схожа з типовою обробкою пласта кислотою або поверхнево-активними речовинами (ПАР). Це дозволить інтенсифікувати промислові запаси вуглеводнів на родовищах, які зараз відносяться до важких і яких налічується понад 50 %.

Ключові слова: важковидобувні вуглеводні, каталітичне гідрування, конвертація вуглеводнів, фракційний склад, кінематична в'язкість, молекулярна вага.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.246604

УДОСКОНАЛЕННЯ КИСЛОТНИХ РОЗЧИНІВ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ УЩІЛЬНЕНИХ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ КАРБОНАТНИХ КОЛЕКТОРІВ сторінки 11–14

Зімін О. Л.

Об'єктом дослідження у даній роботі є інтенсифікація видобування вуглеводнів. Найбільш проблемною задачею дослідження є ефективність інтенсифікації ущільнених високотемпературних карбонатних колекторів. Незважаючи на поступовий перехід до відновлюваних джерел енергії природний газ та нафта будуть відігравати домінуючу роль у енергетичному балансі світу у найближчі 20–30 років. Карбонатні гірські породи мають значний видобувний потенціал, але низькі фільтраційні властивості вимагають проведення інтенсифікації для покращення проникності пласта. Високі температури та тиски на великих глибинах вимагають удосконалення існуючих технологій видобування вуглеводнів. Найпопулярнішим методом для обробки колекторів, що містять карбонати, є кислотні обробки у різних варіаціях, але для ефективної обробки необхідно досягти глибокого проникнення розчину в пласт.

У дослідженні вирішується задача підбору ефективних рідин-носіїв для приготування кислотних розчинів для обробки ущільнених високотемпературних колекторів з високою карбонатністю. Для забезпечення якісної обробки кислотні розчини повинні мати малу в'язкість та коефіцієнт поверхневого натягу, низьку швидкість реакції, їх хімічні властивості мають забезпечувати відсутність нерозчинних осадів у процесі реакцій з флюїдами та породою, а також бути екологічно безпечними. Для вибору найбільш оптимальної рідини-носія проводились експерименти, які дозволять визначити, які саме рідини-претенденти забезпечують мінімальну швидкість реакції кислотних розчинів з карбонатами. Виходячи із аналізу даних промислового застосування та літературних джерел для подальших досліджень обрано воду, нефрас, метанол, етилацетат, метилацетат. В якості основної кислоти обрано широко досліджену оцтову кислоту. Проведені дослідження показують, що метилацетат має ряд переваг, а саме: мала швидкість реакції, низькі в'язкість та коефіцієнт поверхневого натягу. А також можливість гідролізу у пласті із вивільненням оцтової кислоти, що значно подовжує час реакції розчину з породою та глибину проникнення активного розчину в пласт.

Ключові слова: карбонати, ущільнені гірські породи, метилацетат, оцтова кислота, інтенсифікація свердловин, кислотні розчини.

MEASURING METHODS IN CHEMICAL INDUSTRY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244777

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ СИНТЕЗУ КАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЮЛОЗИ В РЕАКТОРІ ШНЕКОВОГО ТИПУ сторінки 15–20

Коковаленко К. О., Безносик Ю. О., Бугасва Л. М.

Об'єктом дослідження є реактор синтезу карбоксиметилцелюлози. Важливим показником якості натрій-карбоксиметилцелюлози, що визначає область її застосування, є ступінь полімеризації. Однак отримання продукту з конкретним параметром в умовах промислового виготовлення пов'язане з рядом труднощів. Тому важливими задачами дослідження є розробка математичної моделі кінетики синтезу карбоксиметилцелюлози, експериментальні дослідження з визначення констант швидкостей реакцій синтезу, моделювання шнекового реактору синтезу карбоксиметилцелюлози та комп'ютерні дослідження.

При вивченні кінетики реакцій карбоксиметилцелюлози один з можливих підходів полягав у використанні квазігомогенної моделі, яка широко застосовується при моделюванні процесів на зерні каталізатора. Такий підхід використовується для опису та аналізу окремих стадій, однак в разі гетерогенних реакцій целюлози виникає ряд труднощів. В ході цих реакцій змінюються властивості

твердої фази та процеси, відповідно, є нестационарними у часі. Реакція відбувається не на поверхні твердих частинок, а в усьому об'ємі волокон. Концентрація та реакційна здатність гідроксидів целюлози, води та продуктів, що утворюються в перебігу реакції залишаються приблизно постійними, тому використання квазігомогенної моделі цілком допустимо та не викликає додаткових математичних труднощів. В результаті цих експериментів, за отриманими інтегральними кривими, для знаходження констант використовувався метод найменших квадратів. Для визначення значень кінетичних констант був проведений експеримент в інтегральному ізотермічному реакторі. При проведенні експериментів замірялися ступені заміщення карбоксиметилцелюлози та концентрацію вільного луку. В результаті чисельної реалізації завдання пошуку були отримані значення констант та енергій активації. Цей підхід моделювання кінетики можна використовувати при синтезі інших простих ефірів целюлози. Константа швидкості реакції синтезу залежить від умов проведення процесу. За допомогою запропонованого підходу до опису взаємодії целюлози з реагентом, реакційна суміш, що розглядається як квазігомогенна система, може бути описана за допомогою моделі однофазних потоків.

Ключові слова: прості ефіри целюлози, твердофазний метод отримання, трубочатий шнековий реактор, режим ідеального витіснення.

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247550

СТВОРЕННЯ КОМБІНОВАНОЇ СИСТЕМИ ОЧИЩЕННЯ ФЕРУМОВІСНИХ СТІЧНИХ ВОД ВІД ОПЕРАЦІЙ ТРАВЛЕННЯ сторінки 21–26

Яцков М. В., Корчок Н. М., Мисіна О. І., Буденкова Н. М.

Об'єктом дослідження є методи очищення ферумовмісних стічних вод від операцій травлення, предметом дослідження – відпрацьовані технологічні розчини травлення та стічні води від операцій промивання підприємств метизних виробів. Відпрацьовані травильні розчини характеризуються як висококонцентровані розчини, а промивні води відносяться до категорії концентрованих розчинів, що містять токсичні домішки: йони важких металів, кислоти, поверхнево-активні речовини. Головною проблемою ділянки травлення є переробка відпрацьованих травильних розчинів. Найбільш прогресивним є створення комбінованих систем, в яких основний об'єм стічних вод очищується в централізованих системах з частковим поверненням води у виробничий процес. При такому очищенні стічних вод виникає завдання зниження загальної концентрації феруму менше, ніж 1 мг/л. Саме тому згідно з вимогами екологічного законодавства з природокористування виникає необхідність глибокого доочищення таких стічних вод.

У ході дослідження використовувалися методи потенціометричного титрування та хімічного осадження, а також метод фотометричного визначення. Магнітне очищення вивчали на експериментальній установці для магнітного осадження.

У роботі представлені результати досліджень щодо оцінки методів очищення ферумовмісних стічних вод від операцій травлення. Удосконалення досягається створенням технологічних комбінованих схем очищення ферумовмісних стічних вод, що включають як допоміжний елемент магнітний пристрій. При цьому основний об'єм стічних вод очищується в централізованих системах з частковим поверненням води у виробничий процес. Відпрацьовані розчини від операцій травлення підлягають регенерації з поверненням у виробничий процес та частковим дозуванням в основний потік стічних вод від операцій промивання. Глибоке очищення від ферумовмісних домішок із застосуванням магнітного пристрою розширює можливості практичної реалізації оберненого осмосу для отримання «чистої» води в централізованих системах. Ця вода може бути застосована для приготування технологічних розчинів та у суміші з технічною водою – для операцій промивання.

Ключові слова: комбіновані схеми, методи очищення, стічні води, операції травлення, ферумовмісні домішки, магнітний пристрій.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.246399

УПРАВЛІННЯ ПРОМИСЛОВИМИ ВІДХОДАМИ НА ПРИКЛАДІ УКРАЇНИ В СВІТЛІ ДОСЯГНЕННЯ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ сторінки 27–32

Романь А. М.

Об'єктом даного дослідження є питання промислових відходів на прикладі України: рівень накопичення, структура та можливі шляхи їх переробки. Задля вирішення даного питання було проведено аналіз доступних статистичних даних щодо джерел накопичення відходів та їх кількості. Розглянуто основний компонентний склад та проаналізовано напрямки переробки промислових відходів відповідних типів в Україні та за її межами.

Встановлено, що рівень накопичення промислових відходів в Україні з року в рік має тенденцію до зростання, а порівняння з ВВП доводить збільшення частки сировинної складової в економіці. Незначні низхідні тренди (2008–2009 та 2014–2016 років) ілюструють падіння промислового виробництва у відповідні періоди. Найбільшими продуцентами промислових відходів є підприємства добувної промисловості та розробки кар'єрів та переробної промисловості. Виявлено шість категорій промислових відходів, що складають 4/5 від загальної їх утвореної кількості. Це шлам, «хвости» збагачення та інші відходи залізної руди, відходи розроблення залізної руди, залишки видобування вапняку та відходи проведення розкривних робіт.

Впровадженими на достатньому рівні в Україні наразі є лише технології збагачення хвостів залізних руд, однак рівень переробки з точки зору ресурсо- та енергозбереження є недостатнім. За межами України впроваджено велику кількість відповідних технологій та найбільш ефективними є такі, що включають максимальну кількість етапів та глибину переробки та є частиною технологічних циклів виробництва.

За результатами проведеного дослідження найбільш пріоритетними та ефективними в реаліях України напрямками управління відходами на шляху реалізації 17 цілей сталого розвитку, є багатокомпонентна переробка шести основних категорій відходів видобувної та переробної промисловості самими підприємствами. Такий підхід дозволить уникнути юридичних колізій та має найвищий еколого-економічний ефект.

Ключові слова: сталий розвиток, переробка промислових відходів, вплив на довкілля, ресурсозберігаючі технології, енергозберігаючі технології.

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.246560

ФОРМУВАННЯ СПОЖИВЧИХ ПЕРЕВАГ У МЕНЮ РИБНИХ РЕСТОРАНІВ НА ПІДСТАВІ СЕНСОРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК сторінки 33–38

Нікітчина Т. І., Манолі Т. А., Мирошніченко О. М., Коркач Г. В., Котузаки О. М., Памбук С. А.

Об'єктом дослідження є рибні кулінарні вироби у желейній заливці для меню концептуальних ресторанів. Предметом дослідження є споживчі характеристики желуючого рибного бульйону для кулінарних виробів на основі сенсорних характеристик.

В ході дослідження використовувалися методи визначення споживчих характеристик рибних кулінарних виробів на основі фізичного, хімічного, естетичного та сенсорного аналізу. Запропоновані способи попередньої підготовки гідроколоїдів, як структуроутворювачів для приготування желуючих кулінарних виробів із дослідженням параметрів проведення процесу драглеутворення. Розроблений інгредієнтний склад рибних кулінарних виробів на основі низькометоксильованого пектину та натрію альгінату дозволяє покращити споживчі характеристики готової страви. Це забезпечує реалізацію стратегічних рішень у харчовій промисловості за рахунок впровадження інноваційних технологій та випуску продуктів з новими споживчими та функціональними властивостями. Саме новий інгредієнтний склад рибних кулінарних виробів у желейній заливці відкриває пріоритети у створенні індустрії оздоровчих продуктів з метою поліпшення стану здоров'я споживачів. Активні елементи морських водоростей всмоктуються практично повністю через хімічний склад, який близький до плазми людини. Внаслідок цього водорослі здатні відшкодувати нестачу елементів і сприяти нормалізації обміну речовин. Застосування низькоетерифікованого пектину обумовлено структуроутворюючими, лікувально-профілактичними, сорбційними, антибактеріальними властивостями, що є альтернативою антибіотикам і синтетичним консервантам, для запобігання бактеріального псування. Застосування біологічно активних добавок на основі альгінату натрію та пектину у складі харчових продуктів дають регульовану текстуру з новими реологічними та функціональними властивостями, що позитивно впливають на товарні показники готових продуктів для просування на ринку ресторанів здорового харчування.

На підставі сенсорного показника визначили раціональні параметри рецептури рибних кулінарних виробів у желейній заливці для одержання прозорої, стабільної, однорідної, пружної консистенції, що дозволить розширити асортимент оздоровчого меню ресторанів концепції Wellness.

Ключові слова: споживчі характеристики, сенсорні показники, желейні кулінарні вироби, структуроутворювачі, рибні ресторани.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.242333

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ РОЗПИЛЮВАЛЬНОГО СУШІННЯ ПОРОШКУ ARECA TARO З МІКРОЦИСТАЛІЧНОЮ ЦЕЛЮЛОЗОЮ сторінки 39–42

Feifei Shang, Крижська Т. А., Zhenhua Duan

Крохмаль – продукт інтенсивної переробки сільськогосподарської продукції. Під час переробки рослинного крохмалю видаляються такі поживні речовини, як білок, харчові волокна та мінерали. Крім дисбалансу харчування, багаті поживні речовини впливають на навколишнє середовище. Отже, об'єктом дослідження обрано «Areca taro», багатий крохмалем сільськогосподарський продукт.

Дослідження спрямоване на використання технології сушіння розпиленням для отримання порошку таро для харчової промисловості, наприклад, ковбас та локшини. Таро використовують як харчову сировину. Борошно таро отримують після очищення, нарізки, подрібнення, промивання водою та сушіння розпиленням. Використовувався однофакторний та ортогональний експеримент для оптимізації параметрів процесу розпилювальної сушки та вбудованого агенту (допоміжного інгредієнта) порошку таро. На наступному етапі аналізували його фізичні та хімічні властивості.

Результати показали, що додавання 0,01 % ксантанової камеді+0,12 % мікрористалічна целюлоза (вбудованого агенту) до емульсії таро збільшило швидкість вилучення борошна таро, прискорило швидкість висихання та запобігло прилипанню до стінок. Встановлено оптимальні параметри процесу сушіння розпиленням: швидкість подачі – 75 мл/хв, температура нагнітального отвору – 200 °С, концентрація рідини – 28 % та швидкість обертання обприскувача – 16000 об/хв. Порошок таро, отриманий за допомогою цього процесу, має світло-фіолетовий колір, гладку текстуру та сильний аромат таро. Параметри продукту: плинність – 11,8 см, коефіцієнт вилучення порошку – 15,36 %, активність води – 0,416, параметри кольоровості – 19,73 (значення L^*), 2,96 (значення a^*) та 3,25 (значення b^*), насипна густина – 0,44 г/мл.

Ця технологія забезпечує наявність інформаційних даних щодо процесу отримання порошку, корисних для харчових установ. Порошок таро може широко використовуватися як харчовий інгредієнт у майбутньому.

Ключові слова: порошок таро, мікрористалічна целюлоза, сушка розпиленням, швидкість вилучення порошку, параметри процесу.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244008

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ МАРМЕЛАДУ З ДОДАВАННЯМ БАГАТОКОМПОНЕНТНОЇ ПЛОДОВО-ЯГІДНОЇ ПАСТИ ПІД ЧАС ЗБЕРІГАННЯ сторінки 43–46

Самохвалова О. В., Касабова К. Р., Шматченко Н. В.

Об'єктом досліджень є технологія мармеладу желейно-фруктового з додаванням багатокомпонентної плодово-ягідної пасти з яблук, айви та чорної смородини. Мармеладні вироби користуються попитом завдяки привабливому зовнішньому вигляду, відмінному смаку, аромату та гарною засвоюваністю організмом. Ці ласощі характеризуються відсутністю жирів, високим вмістом цукру та наявністю функціонально фізіологічних інгредієнтів. Через зростаючий інтерес споживачів до продукції підвищеної харчової цінності удосконалено технологію мармеладу желейно-фруктового з додаванням багатокомпонентної плодово-ягідної пасти з яблук, айви та чорної смородини. Нові кондитерські вироби повинні бути, перш за все, безпечними для здоров'я людини, тому визначали органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості мармеладу під час зберігання.

За органолептичними показниками якості як контрольний, так і дослідний зразки мармеладу протягом терміну зберігання мають високі показники якості. Тривалість зберігання впливає на консистенцію мармеладу, яка через 3 місяці зберігання стає зтяжною, та сприяє зменшенню насиченості кольору усіх зразків. Встановлено втрати масової частки вологи контрольного зразку мармеладу до 6,1 % та зразку з плодово-ягідною пастою – до 5,0 %, підвищення кислотонакопичення на 4,0–20,6 % для контролю та на 4,0–20 % для зразку мармеладу з пастою. Відмічено, що вміст редуруючих речовин підвищується у контрольному зразку на 18,0–50,0 %, що складає 11,8–15,0 %, а у зразку з додаванням пасти – на 10,8–36,9 %, що становить 12,3–15,2 %. Отримані дані є допустимими та відповідають встановленим вимогам якості згідно до вимог нормативної документації.

Визначено мікробіологічні показники якості та встановлено, що нові зразки мармеладу з багатокомпонентною пастою як свіжовиготовлені, так і після гарантованого терміну зберігання відповідають нормам усіх чинних вимог до якості харчових продуктів. Доведено безпечність мармеладу желеино-фруктового на агарі з додаванням багатокомпонентної плодово-ягідної пасти з яблук, айви та чорної смородини протягом гарантованого терміну зберігання – 3 місяці.

Ключові слова: технологія мармеладу, багатокомпонентна паста, показники якості, зберігання мармеладу, мікробіологічні показники, харчова цінність.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.244239

РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ПОЛІКОМПОНЕНТНОЇ СУМІШІ «СОЛОДОК» ДЛЯ ПОКРАЩАННЯ ЯКОСТІ ЗДОБНИХ ВИРОБІВ сторінки 47–52

Білик О. А., Бурченко Л. М., Кочубей-Литвиненко О. В., Бондаренко Ю. В.

Об'єктом дослідження у роботі є здобний виріб, збагачений сумішню пророщених зерен, кориці меленої, яблучного пектину, сухої пшеничної клейковини, аскорбінової кислоти. Здобні вироби посідають вагоме місце у виробництві та реалізації харчових продуктів і володіють високою калорійністю. Для зменшення енергетичної цінності здобних виробів пропонується замінювати пшеничне борошно в рецептурі на суміш пророщених зерен пшениці, вівса, ячменю та кукурудзи. В роботі властивості подібних сумішей вивчено на прикладі суміші компанії «CHOICE» (Україна). Суміш пророщених зерен злакових культур пшениці, вівса, ячменю та кукурудзи цієї компанії багата на харчові волокна, замінні та незамінні амінокислоти, мікроелементи та макроелементи, вітаміни.

Встановлено, що раціональною заміною у рецептурі здобних виробів пшеничного борошна вищого сорту на суміш пророщених зерен є 50 %. Завдяки процесу проростання у злаках накопичується велика кількість амільолітичних та протеолітичних ферментів, які погіршують структурно-механічні властивості м'якушки здобних виробів, внаслідок чого м'якушка виробу стає липкою та заминається. Робота була направлена на розробку полікомпонентної суміші для покращання якості здобних виробів, в рецептуру яких входить суміш пророщених зерен. Розроблено полікомпонентну суміш «Солодок», яка позитивно впливає на органолептичні та структурно-механічні властивості м'якушки виробів. До складу суміші входять безпечні харчові добавки та інгредієнти: кориця мелена, суха пшенична клейковина, яблучний пектин, аскорбінова кислота. Встановлено, що внесення в тісто полікомпонентної суміші «Солодок» призводить до заміни процесу бродіння на стадію відлежування. Використання полікомпонентної суміші призводить до покращання органолептичних показників здобних виробів, збільшення питомого об'єму виробів, покращання розвинутості пористості виробів. Внесення суміші пророщених зерен та полікомпонентної суміші «Солодок» призводить до зміни традиційного смаку, вироби набувають приємного присмаку пророщених злаків та кориці. Використання в рецептурі здобних виробів суміші пророщених зерен та полікомпонентної суміші «Солодок» призводить до зменшення енергетичної цінності здобних виробів, порівняно з контролем.

Ключові слова: здобні вироби, суміш пророщених зерен, полікомпонентна суміш, харчова цінність, пророщені злаки.

DOI: 10.15587/2706-5448.2021.247266

РОЗРОБКА ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ БІОСИНТЕЗУ РИБОФЛАВІНУ АСКОМЦЕТОМ *EREMOTHECIUM ASHBYI* сторінки 53–56

Стеценко Н. Я., Поліщук В. Ю., Дуган О. М.

Об'єктом дослідження є продуцент рибофлавіну *Eremothecium ashbyi* Guilliermond 1935 ВКПМ F-340, предметом дослідження – закономірності біосинтезу рибофлавіну штамом *E. ashbyi* F-340 за різних умов культивування. Рибофлавін є важливим мікронутрієнтом, який є попередником коферментів флавінмононуклеотиду та флавінаденіндинуклеотиду, він необхідний для біохімічних реакцій у всіх живих клітинах. Зростання населення та збільшення потреб людини у збагачених вітамінами продуктах харчування та у продукції сільського господарства є причиною збільшення попиту на препарати рибофлавіну. Зважаючи на це важливим та економічно вигідним є удосконалення технології виробництва вітаміну В₂. Важливим фактором, який впливає на вихід продукту є поживне середовище. Наразі у світі активно досліджується вплив відходів сільського господарства на біосинтез рибофлавіну. Проте не всі з досліджених видів сировини є типовими для сільського господарства тої чи іншої країни. Тому, щоб визначити чи є перспективним цей напрямок досліджень, важливим є перевірити вплив на біосинтетичну активність продуценту рибофлавіну найбільш розповсюджених відходів саме вітчизняної галузі. В даній роботі це зроблено на прикладі України.

В ході дослідження використовувались мікробіологічні (поверхневе та глибинне культивування *E. ashbyi* F-340), фізико-хімічні (визначення кількості біомаси ваговим методом, визначення концентрації рибофлавіну спектрофотометричним методом) та математичні методи. Запропоновані середовища з додаванням відходів сільського господарства, які забезпечують вищий вихід рибофлавіну у порівнянні з загально відомими середовищами. Оцінено вплив різних типів відходів сільського господарства на біосинтез рибофлавіну продуцентом *E. ashbyi* F-340. Показана ефективність використання жмиху соняшника, як компоненту поживного середовища. Визначено оптимальні джерела вуглецю для поживного середовища зі жмихом, що підвищує вихід рибофлавіну. Зважаючи на велику кількість жмиху соняшника, що отримується в Україні, використання його для модифікації поживного середовища з метою збільшення виходу рибофлавіну в перспективі призведе до зменшення собівартості цільового продукту за рахунок використання дешевої та екологічної сировини.

Ключові слова: продуцент рибофлавіну, *Eremothecium ashbyi* F-340, глибинне культивування, сільськогосподарські відходи, жмих соняшнику.