



ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.207483

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE CATALYSTS APPLICATION ON THE LEVEL OF EMISSIONS OF CARBON MONOXIDE IN THE MANUFACTURE OF ELECTRODES

page 4–11

Ivanenko Olena, PhD, Associate Professor, Department of Ecology and Technology of Plant Polymers, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: olenka.vasaynovich@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6838-5400>

Gomelya Nikolai, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Ecology and Technology of Plant Polymers, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: m.gomelya@kpi.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1165-7545>

Panov Yevgen, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Chemical, Polymeric and Silicate Mechanical Engineering, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: panov@rst.kpi.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4885-2777>

The object of research is emissions harmful to the environment by the example of emissions from the manufacturer of electrodes of Ukrgrafit JSC (Zaporizhzhia, Ukraine). As well as carbon material, during the heat treatment of which the formation of carbon monoxide occurs, taking into account the use of the catalyst directly in the technological process of heat treatment of carbon material. Based on the simulation of dispersion of emissions of Ukrgrafit JSC in the air, taking into account the size of the sanitary protection zone, it is shown that the CO surface concentration, taking into account background pollution, exceeds the maximum permissible concentration (MPC) at control points. It is determined that in order to achieve the established standards at the border of residential development, it is necessary to modernize production by introducing scientific and technical solutions to protect the atmosphere from pollution by carbon monoxide. Physical modeling of the processes of heat treatment of carbon materials for the production of electrodes, such as bedding, granular pitch, charge for billets, in a laboratory setup is carried out. The thermal regime is evaluated for the level of carbon monoxide emissions during firing of carbon material. The results are compared with the data obtained by examining the parameters of the furnaces in the enterprise.

The efficiency of using the catalyst directly in the technological process of heat treatment of carbon material to the efficiency of the oxidation of carbon monoxide is determined. It is established that a successful solution to the problem of exceeding the standard of carbon monoxide emissions in the technology for the production of electrodes is possible by using overfill modified with manganese dioxide with a MnO₂ content of 1.5 %.

It is shown that after the catalytic neutralization of carbon monoxide, the maximum CO surface concentration on

the boundaries of housing taking into account background pollution does not exceed the maximum permissible concentration. This ensures that 0.576638 MPC is obtained from the value of the maximum one-time maximum permissible concentration of carbon monoxide, minimizes the environmental risks from the company's emissions for the population. Modernization of production by introducing a system of catalytic neutralization of carbon monoxide does not require special equipment, compared with well-known analogues it does not require significant investment.

Keywords: carbon monoxide, flue gases, carbon material, manganese dioxide, atmospheric air, neutralization, production modernization, reduction of emissions.

References

1. Ivanenko, O. I., Nosachova, Yu. V., Overchenko, T. A., Nakonechna, M. V., (2020). Features of the use of catalysts of various types in the processes of neutralization of carbon monoxide of flue gases. *Bulletin of NTUU «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Chemical engineering, ecology and resource saving*, 1 (19), 22–42.
2. Environmental passport of Zaporizhzhia region for 2018 (2019). *Official portal of the Ministry of Energy and Environmental Protection of Ukraine*, 173. Available at: <https://menr.gov.ua/news/33529.html>
3. Kozhemyakin, G. B., Belokon, K. V., Rummyantsev, V. R. (2011). Strategiya obespecheniya kachestva vozdukh v Yevropeyskom Soyuze i Ukraine. *Okhorona naukolyshnoho seredovyscha promysovykh rehioniv yak umova staloho rozvytku Ukrayiny*, 10–13.
4. Kutuzov, S. V., Buryak, V. V., Churilin, V. I., Panov, E. N., Shilovich, I. L., Gomelia, N. D., Leleka, S. V. (2012). Ekologicheskiye aspekty raboty pechey obzhiga elektrodnoy produktsii. *Cvetnyye metally-2012*, 943–947. Available at: http://www.issp.ac.ru/ebooks/conf/Non-Ferrous_Metals-2012_ru.pdf
5. Vinogradov, S. S., Vasilieva, I. A. (2007). Vybory oborudovaniya dlya ochistki mnogokomponentnykh i geterogennykh vybrosov. *Industrial Ecology*, 3, 14–17.
6. Karvatskyi, A. Ya., Shylovych, I. L., Krutous, L. V., Kutuzov, S. V., (2013). Decrease of CO concentration using installation for carbon mono oxide conversion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (11 (62)), 38–41. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/11730>
7. Patel, D. M., Kodgire, P., Dwivedi, A. H. (2020). Low temperature oxidation of carbon monoxide for heat recuperation: A green approach for energy production and a catalytic review. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118838. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118838>
8. Pavlovich, L. B., Ismagilov, Z. R., (2017). Razrabotka katalizatorov ochistki toksichnykh vybrosov na osnovе otval'nykh shlakov chernoy metallurgii. *Bulletin «Ferrous metallurgy»*, 11, 90–97.
9. Pavlovich, L. B., Dyatlova, K. A., (2017). Katalizatory ochistki gazov ot uglevodородov i oksida ugleroda. *Bulletin of the Siberian State Industrial University*, 2 (20), 50–53.
10. Sanin, V. N., Andreev, D. E., Pugacheva, E. V., Zhuk, S. Ya., Borsch, V. N., Yukhvid, V. I., (2009). Polucheniye intermetallicheskikh katalizatorov glubokogo okisleniya CO i uglevodородov. *Inorganic Materials*, 45 (7), 839–846.
11. Borsch, V. N., Pugacheva, E. V., Zhuk, S. Ya., Andreev, D. E., Sanin, V. N., Yukhvid, V. I. (2008). Mnogokomponentnyye metallicheskiye katalizatory glubokogo okisleniya CO i uglevodородov. *Doklady Akademii Nauk*, 419 (6), 775–777.

12. Aryanin, A. G., Prokhorov, V. A. (1991). Razrabotka skhemy gazoochistnykh ustroystv pechey obzhiga uglerodnykh zagotovok. *Universities' Proceedings. Nonferrous Metallurgy*, 10, 43–46.
13. Prokhorov, V. A., Aryanin, A. G. (1991). Obsledovaniye potokov otkhodyashchego gaza ot pechey obzhiga uglerodnykh zagotovok. *Universities' Proceedings. Nonferrous Metallurgy*, 10, 40–43.
14. Buyanov, R. A., Afanasyev, A. D. (1975). Vliyaniye koksovykh otlozheniy na fazovyye perekhody oksida alyuminiya. *Kinetics and Catalysis*, 16 (3), 802–803.
15. Radovenchik, V. M., Ivanenko, O. I., Radovenchik, Y. V., Krisenko, T. V. (2020). Zastosuvannya feritnih materialiv v procesah ochishchemya vodi. Bila Tserkva: O. V. Pshonkivsky, 215.
16. Lou, J.-C., Chang, C.-K. (2006). Catalytic Oxidation of CO Over a Catalyst Produced in the Ferrite Process. *Environmental Engineering Science*, 23 (6), 1024–1032. doi: <http://doi.org/10.1089/ees.2006.23.1024>
17. Kharisov, B. I., Dias, H. V. R., Kharissova, O. V. (2019). Mini-review: Ferrite nanoparticles in the catalysis. *Arabian Journal of Chemistry*, 12 (7), 1234–1246. doi: <http://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.10.049>
18. Karvackiy, A. Ya., Leleka, S. V., Pulinec, I. V., Lazarev, T. V. (2011). Development of burning regulations take into account the dynamics of gas emission of burning blanks. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (5 (54)), 42–45. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/2281>
19. Belokon, K. V. (2015). Greening of electrode production enterprises by catalytic gas emissions disposal. *Bulletin of KNAHU*, 70, 42–49.
20. Belokon, K. V., Belokon, Y. A., Kozhemyakin, G. B., Matukhno, E. V. (2016). Environmental assessment of the intermetallic catalysts utilization efficiency for deactivation of the pollutants emitted by electrode production enterprises. *Naukovyi Visnyk NHU*, 3, 87–94. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvngu_2016_3_16
21. Panov, Y., Gomelia, N., Ivanenko, O., Vahin, A., Leleka, S. (2020). Assessment of the Effect of Oxygen and Carbon Dioxide Concentrations on Gas Evolution During Heat Treatment of Thermoanthracite Carbon Material. *Journal of Ecological Engineering*, 21 (2), 139–149. doi: <http://doi.org/10.12911/22998993/116326>
22. Panov, E. N., Shilovich, I. L., Ivanenko, E. I., Buryak, V. V. (2012). Thermal and chemical aspects of formation CO in the process of baking of electrodes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (6 (58)), 15–18. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/5586>

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210308

DEVELOPMENT OF A LASER COMPLEX FOR ECOLOGICAL MONITORING OF THE ATMOSPHERE OF URBAN AND INDUSTRIAL AREAS

page 12–20

Titar Vladimir, PhD, Head of Laboratory of Radio and Optical Holography, V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine, e-mail: inhol@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4874-8929>

Shpachenko Olga, Researcher, Laboratory of Radio and Optical Holography, V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine, e-mail: shpachenkoov@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6072-5340>

Panimarchuk Oksana, PhD, Assistant, Department of Medical and Pharmaceutical Chemistry, Bukovinian State Medical

University, Chernivtsi, Ukraine, e-mail: panimarchuk@bsmu.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2184-3280>

Guzenko Mykhailo, Head of Department, Institute of Holography of Academy of Science of Applied Radioelectronics, Kharkiv, Ukraine, e-mail: mikhailgyzenko@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9703-4482>

Koshman Sergii, Director, LLC «GREENSOL», Poltava, Ukraine, e-mail: greensol.ua@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8772-0956>

Lutsky Sergey, PhD, Senior Lecturer, Department of Metrology and Technical Expertise, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine, e-mail: lutsk.sv6@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5327-6591>

The object of research is methods of remote ecological monitoring of the surface layer of the atmosphere within residential areas and industrial zones of big cities. For the remote determination of the quantitative characteristics of gas and aerosol air pollution with high accuracy and spatial resolution, a mobile laser complex has been proposed. Determination of the composition and concentration of gas pollutants is carried out using two methods – the differential absorption method and the spontaneous Raman scattering (SRS) method. The differential absorption method is used to detect low concentrations of polluting gases along a stationary sounding path. The spontaneous Raman scattering method is used for remote detection of harmful gaseous substances at their concentrations exceeding the maximum permissible standards. SRS method used in the developed gas aerosol lidar allows one to obtain three-dimensional distributions of the concentrations of the gases being determined with a resolution of the order of one meter. This makes it possible to quickly and accurately identify environmentally hazardous sources of air pollution and reasonably apply penalties to violators of environmental standards. Remote analysis of the aerosol composition of the surface layer of the atmosphere is carried out using lidar holography methods, which were developed in the laboratory of radio and optical holography of V. N. Karazin Kharkiv National University (Ukraine). The difference in reflection from liquid and solid aerosol particles makes it possible to form polarization holograms and consider them separately for liquid and solid aerosols. Quantitative analysis of the composition and concentration of particles observed from their holographic images is characterized by a high level of sensitivity, since, unlike other known methods, it does not require a priori assumptions about the qualitative composition of the determined aerosol. Thus, due to the use of various physical principles of the interaction of laser radiation with gaseous and aerosol components of the air, the developed laser complex for environmental monitoring of the atmosphere is an effective means of monitoring the state of the air in the conditions of modern megacities.

Keywords: laser sounding of the atmosphere, differential absorption, spontaneous Raman scattering, gas aerosol holographic lidar.

References

1. Krekov, G. M., Matvienko, G. G. (2010). Razvitie lazernykh tekhnologii v probleme distantsionnogo zondirovaniia atmosfery. *Optika atmosfery i okeana*, 23 (10), 865–844.

2. Ruzankina, J., Elizarov, V., Konopel'ko, L., Zhevlakov, A., Grishkanich, A. (2018). Raman lidar with for geoeological monitoring. *Journal of Physics: Conference Series*, 1124, 051036. doi: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1124/5/051036>
3. Wandinger, U. (2005). Introduction to Lidar. *Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere*. Springer, 1–18. doi: http://doi.org/10.1007/0-387-25101-4_1
4. Alimov, S. V., Kascheev, S. V., Kosachev, D. V., Petrov, S. B., Zheviakov, A. P. (2007). Multifunctional lidar for needs of oil-and-gas pipes. *Proc. of SPIE*, 6610. doi: <http://doi.org/10.1117/12.739830>
5. Ismail, S., Browell, E. V. (2015). Differential absorption lidar. *Encyclopedia of Atmospheric Sciences*, 277–288. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-382225-3.00204-8>
6. Amediek, A., Ehret, G., Fix, A., Wirth, M., Büdenbender, C., Quatrevalet, M. et. al. (2017). CHARM-F – a new airborne integrated-path differential-absorption lidar for carbon dioxide and methane observations: measurement performance and quantification of strong point source emissions. *Applied Optics*, 56 (18), 5182–5197. doi: <http://doi.org/10.1364/ao.56.005182>
7. Wagner, G. A., Plusquellic, D. F. (2016). Ground-based, integrated path differential absorption LIDAR measurement of CO₂, CH₄, and H₂O near 16 μm. *Applied Optics*, 55 (23), 6292–6310. doi: <http://doi.org/10.1364/ao.55.006292>
8. Wagner, G. A., Plusquellic, D. F. (2018). Multi-frequency differential absorption LIDAR system for remote sensing of CO₂ and H₂O near 16 μm. *Optics Express*, 26 (15), 19420–19434. doi: <http://doi.org/10.1364/oe.26.019420>
9. Shiina, T. (2018). *Hydrogen gas detection by mini-Raman lidar. Ionizing Radiation Effects and Applications*. Books on Demand, 41–60.
10. Kim, D., Lee, H. (2019). Development of Raman Lidar for Remote Sensing of CO₂ Leakage at an Artificial Carbon storage experimental site. *Geophysical Research Abstracts*, 21.
11. Kim, D., Kang, H., Ryu, J.-Y., Jun, S.-C., Yun, S.-T., Choi, S. et. al. (2018). Development of Raman Lidar for Remote Sensing of CO₂ Leakage at an Artificial Carbon Capture and Storage Site. *Remote Sensing*, 10 (9), 1439. doi: <http://doi.org/10.3390/rs10091439>
12. Astmann, A., Müller, D. (2005). Lidar and atmospheric aerosol particles. *Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere*. Springer, 105–142. doi: http://doi.org/10.1007/0-387-25101-4_4
13. Matvienko, G. G., Banakh, V. A., Bobrovnikov, S. M., Burlakov, V. D., Veretennikov, V. V., Kaul, B. V. et. al. (2009). Razvitie tekhnologii lazernogo zondirovaniia atmosfery. *Optika atmosfery i okeana*, 22 (10), 915–930.
14. Volkov, N. N. (2012). Vybor parametrov mnogovolnovogo aerolnogo lidara dlia distantsionnogo zondirovaniia atmosfery. *Nauchno-tekhnicheskii vestnik Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki*, 1 (77), 6–9.
15. Gimmetstad, G. G. (2005). Differential-absorption lidar for ozone and industrial emissions. *Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere*. Springer, 187–212. doi: http://doi.org/10.1007/0-387-25101-4_7
16. Wandinger, U. (2005). Raman lidar. *Lidar: Range-Resolved Optical Remote Sensing of the Atmosphere*. Springer, 241–271. doi: http://doi.org/10.1007/0-387-25101-4_9
17. Nishita, T., Sirai, T., Tadamura, K., Nakamae, E. (1993). Display of the earth taking into account atmospheric scattering. *Proceedings of the 20th Annual Conference on Computer graphics and interactive techniques (SIGGRAPH '93)*. Anaheim, 175–182. doi: <http://doi.org/10.1145/166117.166140>
18. Deirmendjian, D. (1969). *Electromagnetic scattering on spherical polydispersions*. American Elsevier Pub. Co, 290.
19. Safronov, G. S., Titar, V. P. (1994). *Opticheskii lokator*. Patent No. 944437 RF.
20. Titar, V. P., Shpachenko, O. V. (2001). Poliarizatsionnye golograficheskie metody lidarnogo kontrolya za sostoianiem atmosfery. *Elektromagnitnye iavleniia*, 2 (1 (5)), 111–117.
21. Tytar, V. P., Shpachenko, O. V. (2001). Holohrafycheskyi lydar dlia ekolohycheskoho monytorynha atmosferi. *Visnyk khakrivskoho natsionalnoho universytetu im. V. N. Karazina*. No. 513. *Radiofizyka ta elektronika*, 1, 151–160.
22. Safronov, G. S., Titar, V. P. (1994). *Opticheskii lokator*. Patent No. 743401 RF.
23. Sogokon, A. B., Titar, V. P. (1983). *Golograficheskoe ustroistvo*. A. C. No. 1149206 SSSR.
24. Safronov, G. S., Sogokon, A. B., Titar, V. P. (1980). *Sposob golograficheskoi identifikatsii materialov udalennykh obektov*. A. S. No. 678969 SSSR.
25. *Hamamatsu Image Sensors*. Selection guide (2019). Available at: https://www.hamamatsu.com/resources/pdf/ssd/image_sensor_kmpd0002e.pdf
26. Razenkov, I. A. (2013). Aerolnii lidar dlia nepreryvnykh atmosfernykh nabliudenii. *Optika atmosfery i okeana*, 26 (1), 52–63.
27. *Hranychno dopustymi kontsentratsii (HDK) khimichnykh chynnykiv u povitri robochoi zony, zatverdzeni HDSL vid 17.07.2015*. Available at: <http://normativ.ua/sanpin/tdoc27838.php>
28. Measures, R. M. (1992). *Laser remote sensing: fundamentals and applications*. Malabar: Krieger Publishing Co., 510.
29. Sorokhtin, O. G., Ushakov, S. A. (2002). *Razvitie Zemli*. Moscow: Izd-vo MGU, 506.
30. Tuz, Iu. M. (1976). *Strukturnye metody povysheniia tochnosti izmeritelnykh ustroistv*. Kyiv: Vischa shkola. Golovnoe izd-vo, 127.
31. *DSTU 2682-94. Metrolohichne zabezpechennia* (1994). Osnovni polozhennia. Vvedenyi 26.07.94. Kyiv: Derzh standart Ukrainy, 439.
32. Olson, G., Piani, D. (2001). *Isifrovye sistemy avtomatizatsii i upravleniia*. Saint Petersburg: Nevskii dialekt, 557.
33. Ruzhentsev, Y. V., Lutskyi, S. V., Fetkyv, V. P., Podzyhun, O. I. (2017). Discrete probabilistic information laws factor of efficiency. *Ukrainskyi metrolohichnyi zhurnal*, 1, 67–71.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210666

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS FOR PROCESSING AND DISPOSAL OF MAN-MADE FORMATIONS AND WASTE

page 21–28

Lyashenko Vasil, PhD, Senior Researcher, Head of Research Department, State Enterprise «Ukrainian Research and Design Institute of Industrial Technology», Zhovti Vody, Dnipropetrovsk region, Ukraine, e-mail: ipt@iptzvo.org.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8361-4179>

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

Chekushina Tatjana, PhD, Leading Researcher, N. V. Melnikov Institute of Comprehensive Exploitation of Mineral Resources of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, e-mail: [tanija_ch@mail.ru](mailto:tanjia_ch@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9261-1105>

Topolnij Fedor, 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: <http://orcid.org/0000-0002-3363-4646>

Dudar Tamara, PhD, Senior Researcher, Associate Professor, Department of Environmental Studies, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: dudar@nau.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3114-9732>

The object of research is environmental and resource-saving technologies and technical means for the processing and disposal of man-made formations and waste in the underground mining of mineral deposits with backfilling of the worked-out space. One of the most problematic areas is the management of the state of ore-containing energy-disturbed massifs and the delivery of hardening filling mixtures to the place of their laying, as well as the shortage of components for their preparation. This increases the importance of the management of the stress-strain state (SSS) of the rock mass, ensuring the safety of the earth's surface from destruction and vital activity of the population living in the zone of influence of the mining region.

The paper presents the main scientific and practical results of the substantiation of technologies and technical means for the disposal of mining and metallurgical waste into underground goaf (man-made voids) as components of hardening filling mixtures of various composition and strength. Methods of theoretical generalizations with the use of mathematical statistics, physical and mathematical modeling, with the implementation of calculations and feasibility studies, laboratory and field experimental studies, industrial tests in the conditions of operating enterprises of mining and metallurgical production are described. On the basis of the study of the mechanism of stress-strain state of a rock mass using geophysical and surveying methods, an environmental technology for extinguishing technogenic voids in energy-disturbed massifs is proposed. This technology makes it possible to ensure the safety of the earth's surface and the vital activity of the population living in the zone of influence of mountain objects (mines, dumps, industrial sites for stowing complexes, tailings, ore-processing plants (OPP), etc.). It was found that for the mines of the state enterprise «VostGOK» (Ukraine), the utilization rate of own production waste for hardening backfill is from 0.45 to 0.68; hydraulic – from 0.56 to 0.75; free-flowing – 0.62, and the extraction of each ton of commercial ore is accompanied by the output of 0.7-0.8 tons of waste. An assessment of the utilization level of wastes of mining and metallurgical production is given and an inventory for wastes of mining enterprises is given, which gives an estimate and directions of their possible use for the needs of the national economy. The research results can be used in underground mining of complex ore deposits and mining and metallurgical production.

Keywords: mining and metallurgical waste, environmental and resource-saving technology, technical means, livelihoods of the population.

References

- Gridley, N. C., Salcedo, L. (2011). *Cemented paste production provides opportunity for underground ore recovery while solving tailings disposal needs*. Perth: Australian Centre for Geomechanics, 431.
- Lottermoser, B. (2012). *Mine Wastes: Characterization, Treatment and Environmental Impacts*. New York: Springer, 400.
- Maanju, S. K., Saha, K. (2013). Impact of Mining Industry on Environmental Fabric – A Case Study of Rajasthan State in India. *IOSR Journal Of Environmental Science, Toxicology And Food Technology*, 6 (2), 08–13. doi: <http://doi.org/10.9790/2402-0620813>
- Golik, V., Komashchenko, V., Morkun, V. (2015). Innovative technologies of metal extraction from the ore processing mill tailings and their integrated use. *Metallurgical and Mining Industry*, 3, 49–52.
- Vladyko, O., Maltsev, D., Shapovalov, Y. (2016). Choice of development method for technogenic mineral deposits by technological criteria. *Mining of Mineral Deposits*, 10 (4), 74–82. doi: <http://doi.org/10.15407/mining10.04.074>
- Yuan, Y., Bolan, N., PrévotEAU, A., Vithanage, M., Biswas, J. K., Ok, Y. S., Wang, H. (2017). Applications of biochar in redox-mediated reactions. *Bioresource Technology*, 246, 271–281. doi: <http://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.154>
- Petlovanyi, M., Kuzmenko, O., Lozynskyi, V., Popovych, V. et al. (2019). Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 13 (1), 24–38. doi: <http://doi.org/10.33271/mining13.01.024>
- Blyuss, B., Semenenko, Y., Medvedieva, O., Kyrychko, S., Karatayev, A. (2019). Parameters determination of hydromechanization technologies for the dumps development as technogenic deposits. *Mining of Mineral Deposits*, 14 (1), 51–61. doi: <http://doi.org/10.33271/mining14.01.051>
- Lyashenko, V., Topolnij, F., Dyatchin, V. (2019). Development of technologies and technical means for storage of waste processing of ore raw materials in the tailings dams. *Technology Audit and Production Reserves*, 5 (3 (49)), 33–40. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2019.184940>
- Lyashenko, V., Khomenko, O., Topolnij, F., Golik, V. (2020). Development of natural underground ore mining technologies in energy distributed massifs. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (3 (51)), 17–24. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.195946>
- Lyashenko, V., Khomenko, O., Golik, V., Topolnij, F., Helevera, O. (2020). Substantiation of environmental and resource-saving technologies for void filling under underground ore mining. *Technology Audit and Production Reserves*, 2 (3 (52)), 9–16. doi: <http://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.200022>
- 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>
- Khobotova, E. B., Kalmykova, Iu. S., Ignatenko, M. I., Larin, V. I. (2017). Estestvennye radionuklidy domennykh shlakov. *Chernye metally*, 1, 23–28.
- Normy radiatsionnoi bezopasnosti Ukrainy (NRBU-97)*. Gosudarstvennye higienicheskie normativy GGN 6.6.1.-6.5.001.98 (1998). Kyiv, 159.
- SanPiN 2.6.1.2523-09. Normy radiatsionnoi bezopasnosti NRB-99/2009*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902170553> Last accessed: 16.04.2020
- Radiatsionnaia zaschita i bezopasnost istochnikov izlucheniia: mezhdunarodnye osnovnye normy bezopasnosti* (2015). Vena: MAGATE, 484.
- Lyashenko, V. I., Golik, V. I. (2006). Prirodookhrannye tekhnologii podzemnoi razrabotki uranovykh mestorozhdenii. *Gornii zhurnal*, 2, 89–92.

18. Liashenko, V. I., Golik, V. I., Kozyrev, E. N. (2008). Kombinirovaanye tekhnologii dobychi poleznykh iskopaemykh s podzemnym vyschelachivaniem. *Gornii zhurnal*, 12, 37–40.
19. Kotenko, E. A., Mosinets, V. N. (1995). Radiatsionno-ekologicheskaiia bezopasnost pri dobyche i pererabotke uranovykh rud. *Gornii zhurnal*, 7, 32–36.
20. Chernov, A. P. (Ed.) (2001). *Dobycha i pererabotka uranovykh rud v Ukraine*. Kyiv: Adef–Ukraina, 238.
21. Dmitrak, Y. V., Kamnev, E. N. (2015). The Leading Research and Design Institute of Industrial Technologies – A long way in 65 years. *Gornyi Zhurnal*, 3, 6–12. doi: <http://doi.org/10.17580/gzh.2016.03.01>
22. Deng, D. Q., Liu, L., Yao, Z. L., Song, K. I.-I. L., Lao, D. Z. (2017). A practice of ultra-fine tailings disposal as filling material in a gold mine. *Journal of Environmental Management*, 196, 100–109. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.02.056>
23. Vrancken, C., Longhurst, P. J., Wagland, S. T. (2017). Critical review of real-time methods for solid waste characterisation: Informing material recovery and fuel production. *Waste Management*, 61, 40–57. doi: <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.01.019>
24. Cheng, Y., Jiang, H., Zhang, X., Cui, J., Song, C., Li, X. (2017). Effects of coal rank on physicochemical properties of coal and on methane adsorption. *International Journal of Coal Science & Technology*, 4 (2), 129–146. doi: <http://doi.org/10.1007/s40789-017-0161-6>
25. Paul, A., Ramachandra Murthy, V. M. S., Prakash, A., Singh, A. K. (2018). Estimation of Rock Load in Development Workings of Underground Coal Mines – A Modified RMR Approach. *Current Science*, 114 (10), 2167–2174. doi: <http://doi.org/10.18520/cs/v114/i10/2167-2174>
26. Soroka, M. N., Savelev, Iu. Ia. (2004). Perspektivy utilizatsii khvostov gidrometallurgicheskogo peredela i droblennykh gornyykh porod v vyrabotannoe prostranstvo uranodobyvaiushchikh shakht Ukrainy. *Metallurgicheskaiia i gomorudnaia promyshlenost*, 5, 91–94.
27. Averianov, K. A., Angelov, V. A., Akhmedjanov, I. Kh., Rylnikova, M. V. (2012). Razvitie klassifikatsii tekhnogennogo syria gornyykh predpriatii i obosnovanie tekhnologii ego aktivnoi utilizatsii. *Gornii informatsionno-analiticheskii biulleten*, 5, 208–213.
28. Golik, V. I. (2013). Kontseptualnye podkhody k sozdaniiu malo- i bezotkhodnogo gomorudnogo proizvodstva na osnovе kombinirovaniia fiziko-tekhnicheskikh i fiziko-khimicheskikh geotekhnologii. *Gornii zhurnal*, 5, 93–97.
29. Lyashenko, V. I., Dyatchin, V. Z., Lisovoy, I. A. (2018). Increase of Environmental Safety of Mining Production on the Basis of Waste Utilization of Extraction and Processing of Ore Raw Materials. *Ecology and Industry of Russia*, 22 (4), 4–10. doi: <http://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-4-4-10>
30. Dmitrak, Iu. V., Gabaraev, O. Z., Razorenov, Iu. I., Stas, G. V. (2019). K probleme vyschelachivaniia metallov iz nekonditsionnogo syria. *Vektor GeoNauk*, 2 (3), 32–39.
31. Volkov, E. P., Anushenkov, A. N. (2019). Developing the technology of mine stowing with processing tailings based hardening blends. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii gornyi zhurnal*, 7, 5–13. doi: <http://doi.org/10.21440/0536-1028-2019-7-5-13>
32. Liashenko, V. I., Golik, V. I. (2020). Kombinirovannye geotekhnologii predkontsentratsii zapasov rud vyschelachivaniem metallov iz rudnogo syria. *Marksheideriia i nedropolzovanie*, 2 (106), 16–23.
33. 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. *Obogashchenie Rud*, 1, 41–47. doi: <http://doi.org/10.17580/or.2020.01.08>
34. Lyashenko, V. I., Chekushina, T. V., Dudar, T. V., Lisovoy, I. A. (2020). Environmental and Resource-Saving Technologies for Void Extinguishing During Underground Ore Mining. *Ecology and Industry of Russia*, 24 (8), 28–33. doi: <http://doi.org/10.18412/1816-0395-2020-8-28-33>
35. Lyashenko, V. I., Khomenko, O. E., Golik, V. I. (2020). Friendly and Resource-Saving Methods of Underground Ore Mining in Disturbed Rock Masses. *Mining Science and Technology*, 5 (2), 104–118. doi: <http://doi.org/10.17073/2500-0632-2020-2-104-118>
36. Karyayev, V. I., Komkov, A. A., Kuznetsov, A. V., Plotnikov, I. P. (2020). Recovery of Copper and Zinc from Copper Smelting Slags During Reducing-Sulfidizing Treatment. *Vestnik of Novos Magnitogorsk State Technical University*, 18 (2), 4–12. doi: <http://doi.org/10.18503/1995-2732-2020-18-2-4-12>
37. Khotobova, E. B., Ignatenko, M. I., Belichenko, E. A., Poni-karovskaya, S. V. (2020). Radiational Properties of Coal and Thermal Industries Waste. *Occupational Safety in Industry*, 8, 60–67. doi: <http://doi.org/10.24000/0409-2961-2020-8-60-67>

REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210375

MATHEMATICAL MODELING OF GAS-LIQUID FLOW IN COMPRESSED AIR FOAM GENERATION SYSTEMS

page 29–35

Vinogradov Stanislav, PhD, Associate Professor, Department of Engineering and Rescue Machinery, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: vinogradovs@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2569-5489>

Shakhov Stanislav, Postgraduate Student, Department of Engineering and Rescue Machinery, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: lophenns@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3914-2914>

Kodryk Anatolii, PhD, Senior Researcher, Research Center for Innovative Technologies, Ukrainian Civil Protection Research Institute, Kyiv, Ukraine, e-mail: kodrik@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3787-5674>

Titenko Oleksandr, PhD, Senior Researcher, Research Center for Innovative Technologies, Ukrainian Civil Protection Research Institute, Kyiv, Ukraine, e-mail: titenkoalex1954@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4950-8580>

Parkhomchuk Oleksandr, Department of Armored Vehicles, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine, e-mail: parkhom240968@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4658-6225>

The object of research is the compression foam supply system. One of the most problematic areas in the design of compression foam supply systems is the need to obtain a certain type of foam with the necessary properties, depending on the class of fire for which it will be used to extinguish. It is necessary to take into account the technological process of foam formation, namely, the regulation of the flow of the foaming agent solution and compressed air, which are fed into the mixing chamber, where the foam is generated directly. It is important to ensure optimal parameters depending on the purpose of the foam outlet flow installation: flow rate, foam ratio and foam stability. In order to design a compression foam supply system with certain technological parameters, it is necessary to obtain these parameters analytically in advance, for which it is necessary to construct an appropriate mathematical model.

In the course of the research, let's use the Simulink graphical simulation environment (integrated into the Mat-Lab software environment), which allows building dynamic models using separate blocks in the form of directed graphs. The structure of such a model is built on the basis of separate, independent blocks, which in themselves are separate mathematical models.

New is the development of a mathematical model of a two-phase flow: a liquid phase consisting of a mixture of water with a foaming agent and a gas phase – air in the foam generator path as part of a block diagram of an installation for the case of generation of compression foam. And also the development of a scheme and communication algorithm for serially connected blocks of a common block diagram. This ensures the receipt of the calculated output data of the stationary mode of operation of the installation.

The mathematical model developed in this work allows solving the following applied and scientific problems:

- to carry out calculations of the input parameters of the installation, which will provide the required output parameters: flow power, frequency ratio, continuous generation time, foam resistance, determined by the purpose and features of the installation in conditions of extinguishing various types of fires;

- to investigate the influence of the parameters of the foam generation insert of the installation on the expansion of the compression foam.

Keywords: fire extinguishing properties, compression foam, fire extinguishing, foam generator unit, communication systems between units.

References

1. *One seven – technology*. Available at: <https://www.oneseven.com/technologie?lang=en>
2. *Compressed Air Foam Systems*. Neal Brooks. Available at: <http://compressedairfoamsystem.com>
3. Rie, D.-H., Lee, J.-W., Kim, S. (2016). Class B Fire-Extinguishing Performance Evaluation of a Compressed Air Foam System at Different Air-to-Aqueous Foam Solution Mixing Ratios. *Applied Sciences*, 6 (7), 191. doi: <http://doi.org/10.3390/app6070191>
4. Crampton, G., Kim, A. (2004). *Comprasion of the Fire Suppression Performance of Compressed – Air Foam with Air Aspirated and Unexpanded Foam Water Sopution*. Research Report No. 147, 1–25.
5. Wang, X., Liao, Y., Lin, L. (2009). Experimental study on fire extinguishing with a newly prepared multi-component compressed air foam. *Science Bulletin*, 54 (3), 492–496. doi: <http://doi.org/10.1007/s11434-008-0571-3>
6. Cheng, J., Xu, M. (2014). Experimental Research of Integrated Compressed Air Foam System of Fixed (ICAF) for Liquid Fuel. *Procedia Engineering*, 71, 44–56. doi: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.04.007>
7. Kamliuk, A. N., Navrotskii, O. D., Grachulin, A. V. (2017). Tusheniia pozharov penogeneririuschimi sistemami so szhatym vozdukhom. *Vestnik Universiteta grazhdanskoj zaschity MCHS Belarusi*, 1 (1), 44–53.
8. Fadiaev, V. D. (2017). *Primenenie kompressionnoi peny v nasosno – rukavnykh sistemakh pri tushenii pozharov elektrooborudovaniia pod napriazhenim*. Moscow, 158.
9. William, L., San, J. (2001). *Properties of compressed air foam*. County Fire District No. 3. Friday Harbour. Washington.
10. Grady, C., Lafferty, R. (2005). How high can you pump wildland firefighting foam? *Foam applications for wildland and urban fire management*, 1 (1).
11. Feng, D. (2013). Analysis on Influencing Factors of the Gas-liquid Mixing Effect of Compressed Air Foam Systems. *Procedia Engineering*, 52, 105–111. doi: <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.113>
12. Shakhov, S. M., Vynohradov, S. A., Kodryk, A. I., Titenko, O. M., Stylyk, I. H. (2020). Matematyчне zabezpechennia dlia proektuvannia system heneruvannia kompresiinoi piny. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 3 (30), 103–106.
13. Kutateladze, S. S., Styrkovich, M. A. (1976). *Gidrodinamika gazozhidkostnykh sistem*. Moscow: Energiia, 143.
14. Planovskii, A. N., Ramm, V. M., Kagan, S. Z. (1961). *Protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii*. Moscow: Gostoptekhzdat, 848.
15. Idelchik, I. E.; Shteinberga, M. O. (Ed.) (1992). *Spravochnik po gidravlicheskim soprotivleniiam*. Moscow: Mashinostroenie, 672.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210376

ESTABLISHMENT OF A NETWORK FOR THE PUBLIC ATMOSPHERIC AIR MONITORING AND INFORMING THE POPULATION

page 36–40

Holik Yuriy, PhD, Associate Professor, Department of Heat and Gas Supply, Ventilation and Energy, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, e-mail: golik38@i.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5429-6746>

Maksiuta Nataliia, Postgraduate Student, Department of Applied Ecology and Nature Management, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, e-mail: mns7000@yahoo.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0256-6986>

The object of research is monitoring the state of atmospheric air pollution in agglomerations with subsequent informing the population. Monitoring the state of the city's atmospheric air is of great importance both at the state level and for the public. In this work, public monitoring of atmospheric air is created on the example of the city of Poltava (Ukraine). The creation of a network for public monitoring of the state of air pollution in the city provides for independent monitoring of air pollution, based on decrees

and other guidelines on air quality. In accordance with the existing requirements, the state monitoring of atmospheric air has a number of disadvantages, namely:

- lack of monitoring of suspended solids, including PM2.5 and PM10;

- monitoring of atmospheric air pollution at stationary observation posts is carried out a maximum of 4 times a day;

- lack of a system of informing the population about the state of the air in the city, in particular, PM2.5 and PM10 pollution;

- lack of automated systems for analyzing air quality, that is, monitoring is carried out by sampling. In contrast to the conduct of state observation, public monitoring will provide not only informing the population, involving them in monitoring, but will also increase environmental awareness, responsibility, and create an additional tool for controlling air pollution. For the effective functioning of the public monitoring network, rules have been developed for conducting public monitoring of the state of atmospheric air pollution in the city with a description of the location of pollution sensors, their operation and basic requirements. Also, a website has been developed based on the monitoring database, reflecting the results of public monitoring. Taking into account that if the database contains data on the indicators of installed sensors (point measurements), then the site for informing the population is a visualization of the control results throughout the city, that is, it will act as a model for the distribution of pollution in the city's atmospheric air.

Keywords: atmospheric air, PM2.5 and PM10 pollution, measurement sensors, city grid, public information, observation network.

References

1. Wan, K., Shackley, S., Doherty, R. M., Shi, Z., Zhang, P., Golding, N. (2020). Science-policy interplay on air pollution governance in China. *Environmental Science & Policy*, 107, 150–157. doi: <http://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.003>
2. Golik, Y., Illiash, O., Chuhlib, Y., Maksiuta, N. (2020). Environmental Areas of Poltava Planning Development. *Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations*, 375–383. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-030-42939-3_38
3. Payne-Sturges, D. C., Schwab, M., Buckley, T. J. (2004). Closing the research loop: a risk-based approach for communicating results of air pollution exposure studies. *Environmental Health Perspectives*, 112 (1), 28–34. doi: <http://doi.org/10.1289/ehp.6354>
4. Maksiuta, N., Golik, Y. (2019). Comparative Analysis of Pollution of Atmospheric Air in Cities (an Example of Leipzig and Poltava). *Lecture Notes in Civil Engineering*, 260–267. doi: http://doi.org/10.1007/978-3-030-27011-7_33
5. Morello-Frosch, R., Brody, J. G., Brown, P., Altman, R. G., Rudel, R. A., Pérez, C. (2009). Toxic ignorance and right-to-know in biomonitoring results communication: a survey of scientists and study participants. *Environmental Health*, 8 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/1476-069x-8-6>
6. Pebesma, E. J. (2001). *Gstat user's manual*. Utrecht, 103.
7. Mendes, J. F. G., Silva, L. T., Ribeiro, P., Magalhães, A. (2009). An urban environmental monitoring and information system. *Air Pollution XVII*. doi: <http://doi.org/10.2495/air090101>
8. Hurley, P. J. (1999). *The air pollution model (TAPM) version 1: Technical description and examples*. Aspendale, 57.
9. Sofiev, M., Vira, J., Prank, M., Soares, J., Kouznetsov, R. (2013). An outlook of System for Integrated modeling of Atmospheric composition SILAM v.5. *NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security*, 397–400. doi: http://doi.org/10.1007/978-94-007-5577-2_67
10. Perelik prohramnykh produktiv v haluzi okhorony atmosfer-noho povitria. Available at: <https://menr.gov.ua/content/perelik-programnih-produktiv-v-galuzi-ohoroni-atmosfernogopovitrya.html>

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210374

ANALYSIS OF PERSPECTIVE FOR USING CHICKPEA SEEDS TO PRODUCE FUNCTIONAL FOOD INGREDIENTS

page 41–49

Hevryk Vladyslav, Postgraduate Student, Department of Biochemistry, Microbiology and Physiology of Nutrition, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: vlad.gevrik@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4856-3112>

Kaprelyants Leonid, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department of Biochemistry, Microbiology and Physiology of Nutrition, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: leonid@onaft.edu.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2136-5669>

Trufkati Liudmyla, PhD, Associate Professor, Department of Biochemistry, Microbiology and Physiology of Nutrition, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: trufkati@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6233-6533>

Pozhitkova Liliia, PhD, Department of Biochemistry, Microbiology and Physiology of Nutrition, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, e-mail: pozhitkova@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7652-3305>

The food industry is now increasingly focusing on changing existing technologies in order to improve the efficiency of raw materials processing and increase the production of high quality food products and functional ingredients with a minimum amount of waste. That is why chickpea seeds were chosen as the object of research as a source of valuable vegetable protein, which is similar in composition to animal protein and at the same time is the richest source of functional ingredients.

The research used the method of analysis of literary sources that correspond to the research topic. A number of scientific works related to the sprouting and soaking of chickpea, the biological value of chickpea in the form of hummus, the prospects for processing chickpea for the production of meat and bakery products were analyzed.

The paper shows the features of the general chemical composition and characteristics of individual nutrients and biologically active substances of chickpea. The given health-improving and physiological features of products from chickpea, in particular, a distinctive feature of chickpea is shown – its ability to accumulate selenium, which is absorbed 5–10 times better than from other chemical compounds. This in turn helps prevent the onset and development of cancer and other diseases. It has been shown that food preparation and heat treatment in general usually leads to a decrease in food quality and phytochemical composition of food products. However, they can inactivate thermolabile anti-nutrients,

such as legume antitrypsin factors, that negatively affect protein bioavailability. Cooking food reduces unwanted factors in legumes, such as phytates, and modulates amino acid composition and protein digestibility. The regularities of increasing the biological activity of chickpea seeds during germination have been established. Based on the research results, conclusions were drawn on the formation of protein in chickpea seeds depending on the climate.

On the basis of the research results, the expediency of using chickpea seeds processing products in the technology of food products with improved biological value has been theoretically substantiated and confirmed.

Keywords: dietary and therapeutic-and-prophylactic nutrition, food chickpea, antinutrients, functional ingredients.

References

1. Malik, S. R., Bakhsh, A., Asif, M. A., Iqbal, U. M. E. R., Iqbal, S. M. (2010). Assessment of genetic variability and interrelationship among some agronomic traits in chickpea. *International Journal of Agriculture and Biology*, 12 (1), 81–85.
2. Silva-Cristobal, L., Osorio-Díaz, P., Tovar, J., Bello-Pérez, L. A. (2010). Chemical composition, carbohydrate digestibility, and antioxidant capacity of cooked black bean, chickpea, and lentil Mexican varieties. *Composición química, digestibilidad de carbohidratos, y capacidad antioxidante de variedades mexicanas cocidas de frijol negro, garbanzo, y lenteja. CyTA – Journal of Food*, 8 (1), 7–14. doi: <https://doi.org/10.1080/19476330903119218>
3. Gaur, P. M., Jukanti, A. K., Varshney, R. K. (2012). Impact of Genomic Technologies on Chickpea Breeding Strategies. *Agronomy*, 2 (3), 199–221. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy2030199>
4. De Camargo, A. C., Favero, B. T., Morzelle, M. C., Franchin, M., Alvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L. A. et. al. (2019). Is Chickpea a Potential Substitute for Soybean? Phenolic Bioactives and Potential Health Benefits. *International Journal of Molecular Sciences*, 20 (11), 2644. doi: <https://doi.org/10.3390/ijms20112644>
5. Ali, M. Y., Biswas, P. K., Shahriar, S. A., Nasif, S. O., Raihan, R. R. (2018). Yield and Quality Response of Chickpea to Different Sowing Dates. *Asian Journal of Research in Crop Science*, 1 (4), 1–8. doi: <https://doi.org/10.9734/ajrcs/2018/41731>
6. Sichkar, V., Krivenko, A., Volkova, N. (2019). Results and prospects of leguminous crops breeding in Ukraine. *Conferința «Life sciences in the dialogue of generations: connections between universities, academia and business community»*, 49–50.
7. Wallace, T., Murray, R., Zelman, K. (2016). The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients*, 8 (12), 766. doi: <https://doi.org/10.3390/nu8120766>
8. Garg, R., Patel, R. K., Jhanwar, S., Priya, P., Bhattacharjee, A., Yadav, G. et. al. (2011). Gene Discovery and Tissue-Specific Transcriptome Analysis in Chickpea with Massively Parallel Pyrosequencing and Web Resource Development. *Plant Physiology*, 156 (4), 1661–1678. doi: <https://doi.org/10.1104/pp.111.178616>
9. Hajyzadeh, M., Turktas, M., Khawar, K. M., Unver, T. (2015). miR408 overexpression causes increased drought tolerance in chickpea. *Gene*, 555 (2), 186–193. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gene.2014.11.002>
10. Varshney, R. K., Song, C., Saxena, R. K., Azam, S., Yu, S., Sharpe, A. G. et. al. (2013). Draft genome sequence of chickpea (*Cicer arietinum*) provides a resource for trait improvement. *Nature Biotechnology*, 31 (3), 240–246. doi: <https://doi.org/10.1038/nbt.2491>
11. Clark, J., Taylor, C., Zahradka, P. (2018). Rebellious against the (Insulin) Resistance: A Review of the Proposed Insulin-Sensitizing Actions of Soybeans, Chickpeas, and Their Bioactive Compounds. *Nutrients*, 10 (4), 434. doi: <https://doi.org/10.3390/nu10040434>
12. Kaya, M., Küçükyumuk, Z., Erdal, I. (2009). Phytase activity, phytic acid, zinc, phosphorus and protein contents in different chickpea genotypes in relation to nitrogen and zinc fertilization. *African Journal of Biotechnology*, 8 (18), 4508–4513.
13. Jha, U. C., Bohra, A., Nayyar, H., Rani, A., Devi, P., Saabale, P. R., Parida, S. K. (2019). Breeding and Genomics Approaches for Improving Productivity Gains in Chickpea Under Changing Climate. *Genomic Designing of Climate-Smart Pulse Crops*, 135–164. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-96932-9_3
14. Kholod, S. M., Kholod, S. G., Illichov, Yu. G. (2013). Chickpea as a prospective legume crop for Ukrainian forest steppe. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 49–54. doi: <https://doi.org/10.31210/visnyk2013.02.12>
15. Wood, J. A., Knights, E. J., Choct, M. (2011). Morphology of Chickpea Seeds (*Cicer arietinum* L.): Comparison of desi and kabuli Types. *International Journal of Plant Sciences*, 172 (5), 632–643. doi: <https://doi.org/10.1086/659456>
16. Chandora, R., Gayacharan, Shekhawat, N., Malhotra, N. (2020). Chickpea genetic resources: collection, conservation, characterization, and maintenance. *Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains*, 37–61. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-818299-4.00003-8>
17. Bushulyan, O. V., Sichkar, V. I., Bushulyan, M. A., Pasichnyk, S. M. (2015). Results and prospects of the chickpea breeding in Ukraine. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 4 (16), 49–54.
18. Vus, N. A., Kobzyeva, L. N., Bezuglaya, O. N. (2020). Determination of the breeding value of collection chickpea (*Cicer arietinum* L.) accessions by cluster analysis. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 24 (3), 244–251. doi: <https://doi.org/10.18699/vj20.617>
19. Xu, Y., Obielodan, M., Sismour, E., Arnett, A., Alzahrani, S., Zhang, B. (2017). Physicochemical, functional, thermal and structural properties of isolated Kabuli chickpea proteins as affected by processing approaches. *International Journal of Food Science & Technology*, 52 (5), 1147–1154. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13400>
20. Summo, C., De Angelis, D., Ricciardi, L., Caponio, F., Lotti, C., Pavan, S., Pasqualone, A. (2019). Data on the chemical composition, bioactive compounds, fatty acid composition, physicochemical and functional properties of a global chickpea collection. *Data in Brief*, 27, 104612. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104612>
21. Karaca, A. C., Low, N., Nickerson, M. (2011). Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. *Food Research International*, 44 (9), 2742–2750. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.012>
22. Roman, G. V., Epure, L. I., Toader, M., Lombardi, A. R. (2016). Grain legumes – main source of vegetal proteins for European consumption. *AgroLife Scientific Journal*, 5 (1), 178–183.
23. Gundogan, R., Can Karaca, A. (2020). Physicochemical and functional properties of proteins isolated from local beans of Turkey. *LWT*, 130, 109609. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109609>
24. Ribeiro, I. C., Leclercq, C. C., Simões, N., Toureiro, A., Duarte, I., Freire, J. B. et. al. (2017). Identification of chickpea seed proteins resistant to simulated in vitro human digestion. *Journal of Proteomics*, 169, 143–152. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2017.06.009>
25. Siva, N., Thavarajah, P., Kumar, S., Thavarajah, D. (2019). Variability in Prebiotic Carbohydrates in Different Market Classes of Chickpea, Common Bean, and Lentil Collected From the

- American Local Market. *Frontiers in Nutrition*, 6. doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00038>
26. Xing, Q., Dekker, S., Kyriakopoulou, K., Boom, R. M., Smid, E. J., Schutyser, M. A. I. (2020). Enhanced nutritional value of chickpea protein concentrate by dry separation and solid state fermentation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102269. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.102269>
 27. Gangola, M. P., Jaiswal, S., Kannan, U., Gaur, P. M., Båga, M., Chibbar, R. N. (2016). Galactinol synthase enzyme activity influences raffinose family oligosaccharides (RFO) accumulation in developing chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Phytochemistry*, 125, 88–98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2016.02.009>
 28. Singh, N., Singh Sandhu, K., Kaur, M. (2004). Characterization of starches separated from Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Journal of Food Engineering*, 63 (4), 441–449. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2003.09.003>
 29. Zhang, H., Yin, L., Zheng, Y., Shen, J. (2016). Rheological, textural, and enzymatic hydrolysis properties of chickpea starch from a Chinese cultivar. *Food Hydrocolloids*, 54, 23–29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.09.018>
 30. Xu, J., Ma, Z., Ren, N., Li, X., Liu, L., Hu, X. (2019). Understanding the multi-scale structural changes in starch and its physicochemical properties during the processing of chickpea, navy bean, and yellow field pea seeds. *Food Chemistry*, 289, 582–590. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.093>
 31. Niño-Medina, G., Muy-Rangel, D., de la Garza, A., Rubio-Carrasco, W., Pérez-Meza, B., Araujo-Chapa, A. et al. (2019). Dietary Fiber from Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Husk Byproducts as Baking Additives: Functional and Nutritional Properties. *Molecules*, 24 (5), 991. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules24050991>
 32. Niño-Medina, G., Muy-Rangel, D., Urias-Orona, V. (2016). Chickpea (*Cicer arietinum*) and Soybean (*Glycine max*) Hulls: Byproducts with Potential Use as a Source of High Value-Added Food Products. *Waste and Biomass Valorization*, 8 (4), 1199–1203. doi: <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9700-4>
 33. Kishor, K., David, J., Tiwari, S., Singh, A., Rai, B. S. (2017). Nutritional Composition of Chickpea (*Cicer arietinum*) Milk. *International Journal of Chemical Studies*, 5 (4), 1941–1944.
 34. Kaya, M., Kan, A., Yilmaz, A., Karaman, R., Sener, A. (2018). The fatty acid and mineral compositions of different chickpea cultivars cultivated. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27 (2), 1240–1247.
 35. Ferreira, C. D., Bubolz, V. K., da Silva, J., Dittgen, C. L., Ziegler, V., de Oliveira Raphaelli, C., de Oliveira, M. (2019). Changes in the chemical composition and bioactive compounds of chickpea (*Cicer arietinum* L.) fortified by germination. *LWT*, 111, 363–369. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.049>
 36. Serrano, C., Carbas, B., Castanho, A., Soares, A., Patto, M. C. V., Brites, C. (2017). Characterisation of nutritional quality traits of a chickpea (*Cicer arietinum*) germplasm collection exploited in chickpea breeding in Europe. *Crop and Pasture Science*, 68 (11), 1031. doi: <https://doi.org/10.1071/cp17129>
 37. El-Adawy, T. A. (2002). Nutritional composition and anti-nutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods for Human Nutrition*, 57 (1), 83–97. doi: <https://doi.org/10.1023/A:1013189620528>
 38. Sharma, A., Jood, S., Sehgal, S. (1996). Antinutrients (phytic acid, polyphenols) and minerals (Ca, Fe) availability (in vitro) of chickpea and lentil cultivars. *Food/Nahrung*, 40 (4), 182–184. doi: <https://doi.org/10.1002/food.19960400404>
 39. Mehra, P., Singh, A. P., Bhadouria, J., Verma, L., Panchal, P., Giri, J. (2018). Phosphate Homeostasis: Links with Seed Quality and Stress Tolerance in Chickpea. *Pulse Improvement*, 191–217. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01743-9_9
 40. Karaca, N., Ates, D., Nemli, S., Ozkuru, E., Yilmaz, H., Yagmur, B. et al. (2019). Genome-Wide Association Studies of Protein, Lutein, Vitamin C, and Fructose Concentration in Wild and Cultivated Chickpea Seeds. *Crop Science*, 59 (6), 2652–2666. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.12.0738>
 41. Meher, H. C., Singh, G., Chawla, G. (2018). Metabolic alterations of some amino acids, coenzymes, phytohormones and vitamins in chickpea crop grown from seeds soaked with defense stimulator. *Acta Physiologiae Plantarum*, 40 (3). doi: <https://doi.org/10.1007/s11738-018-2607-x>
 42. Abbo, S., Molina, C., Jungmann, R., Grusak, M. A., Berkovitch, Z., Reifen, R. et al. (2005). Quantitative trait loci governing carotenoid concentration and weight in seeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 111 (2), 185–195. doi: <https://doi.org/10.1007/s00122-005-1930-y>
 43. Flowers, T. J., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Krishnamurthy, L., Samineni, S., Siddique, K. H. M. et al. (2010). Salt sensitivity in chickpea. *Plant, Cell & Environment*, 33 (4), 490–509. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.02051.x>
 44. Lou, Z., Wang, H., Zhang, M., Wang, Z. (2010). Improved extraction of oil from chickpea under ultrasound in a dynamic system. *Journal of Food Engineering*, 98 (1), 13–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2009.11.015>
 45. Li, P., Shi, X., Wei, Y., Qin, L., Sun, W., Xu, G. et al. (2015). Synthesis and Biological Activity of Isoflavone Derivatives from Chickpea as Potent Anti-Diabetic Agents. *Molecules*, 20 (9), 17016–17040. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules200917016>
 46. Aisa, H. A., Gao, Y., Yili, A., Ma, Q., Cheng, Z. (2019). Beneficial Role of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Functional Factors in the Intervention of Metabolic Syndrome and Diabetes Mellitus. *Bioactive Food as Dietary Interventions for Diabetes*, 615–627. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-813822-9.00039-4>
 47. Magee, P. J., Owusu-Apenten, R., McCann, M. J., Gill, C. I., Rowland, I. R. (2012). Chickpea (*Cicer arietinum*) and Other Plant-Derived Protease Inhibitor Concentrates Inhibit Breast and Prostate Cancer Cell Proliferation In Vitro. *Nutrition and Cancer*, 64 (5), 741–748. doi: <https://doi.org/10.1080/01635581.2012.688914>
 48. Gorlov, I. F., Nelepov, Yu. N., Slozhenkina, M. I., Korovina, E. Yu., Simon, M. V. (2014). Razrabotka novyh funktsional'nyh produktov na osnove ispol'zovaniya proroshchennogo nuta. *Vse o myase*, 1, 28–30.
 49. Chung, H.-J., Liu, Q., Hoover, R., Warkentin, T. D., Vandenberg, B. (2008). In vitro starch digestibility, expected glycemic index, and thermal and pasting properties of flours from pea, lentil and chickpea cultivars. *Food Chemistry*, 111 (2), 316–321. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.062>
 50. Olaimat, A. N., Al-Holy, M. A., Abu Ghoush, M. H., Al-Nabulsi, A. A., Osaili, T. M., Holley, R. A. (2019). Inhibitory effects of cinnamon and thyme essential oils against *Salmonella* spp. in hummus (chickpea dip). *Journal of Food Processing and Preservation*, 43 (5), e13925. doi: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13925>
 51. Jukanti, A. K., Gaur, P. M., Gowda, C. L. L., Chibbar, R. N. (2012). Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108 (S1), S11–S26. doi: <https://doi.org/10.1017/s0007114512000797>
 52. Barbana, C., Boye, J. I. (2010). Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity of chickpea and pea protein hydrolysates. *Food Research International*, 43 (6), 1642–1649. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.05.003>

53. Ma, Z., Boye, J. I., Simpson, B. K., Prasher, S. O., Monpetit, D., Malcolmson, L. (2011). Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours. *Food Research International*, 44 (8), 2534–2544. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.017>
54. Lobov, A. V., Baranova, A. S., Savel'eva, Yu. S. (2016). Razrabotka polufabrikatov v teste s primeneniem zernobobovoy kul'tury nut. *Elektronniy nauchno-metodicheskiy zhurnal Omskogo GAU*, 2. Available at: <http://e-journal.omgau.ru/index.php/spetsvyпуск-2/31-spets02/422-00171>
55. Torres-Fuentes, C., Alaiz, M., Vioque, J. (2012). Iron-chelating activity of chickpea protein hydrolysate peptides. *Food Chemistry*, 134 (3), 1585–1588. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.112>
56. Shang, X., Dou, Y., Zhang, Y., Tan, J.-N., Liu, X., Zhang, Z. (2019). Tailor-made natural deep eutectic solvents for green extraction of isoflavones from chickpea (*Cicer arietinum* L.) sprouts. *Industrial Crops and Products*, 140, 111724. doi: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111724>
57. Ercan, P., El, S. N. (2016). Inhibitory effects of chickpea and *Tribulus terrestris* on lipase, α -amylase and α -glucosidase. *Food Chemistry*, 205, 163–169. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.012>
58. Bar-El Dadon, S., Pascual, C. Y., Eshel, D., Teper-Bamnolker, P., Paloma Ibáñez, M. D., Reifen, R. (2013). Vicilin and the basic subunit of legumin are putative chickpea allergens. *Food Chemistry*, 138 (1), 13–18. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.031>
59. Boye, J. I., Aksay, S., Roufik, S., Ribéreau, S., Mondor, M., Farnworth, E., Rajamohamed, S. H. (2010). Comparison of the functional properties of pea, chickpea and lentil protein concentrates processed using ultrafiltration and isoelectric precipitation techniques. *Food Research International*, 43 (2), 537–546. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.021>
60. Sharma, S., Yadav, N., Singh, A., Kumar, R. (2013). Nutritional and antinutritional profile of newly developed chickpea (*Cicer arietinum* L.) varieties. *International Food Research Journal*, 20 (2), 805–810.
61. Mittal, R., Nagi, H. P. S., Sharma, P., Sharma, S. (2012). Effect of Processing on Chemical Composition and Antinutritional Factors in Chickpea Flour. *Journal of Food Science and Engineering*, 2 (3), 180–186. doi: <https://doi.org/10.17265/2159-5828/2012.03.008>
62. Mondor, M., Aksay, S., Drolet, H., Roufik, S., Farnworth, E., Boye, J. I. (2009). Influence of processing on composition and antinutritional factors of chickpea protein concentrates produced by isoelectric precipitation and ultrafiltration. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10 (3), 342–347. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.01.007>
63. Rachwa-Rosiak, D., Nebesny, E., Budryn, G. (2015). Chickpeas – Composition, Nutritional Value, Health Benefits, Application to Bread and Snacks: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55 (8), 1137–1145. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.687418>
64. Dragičević, V., Kratovalieva, S., Dumanović, Z., Dimov, Z., Kravić, N. (2015). Variations in level of oil, protein, and some antioxidants in chickpea and peanut seeds. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 2 (1), 2. doi: <https://doi.org/10.1186/s40538-015-0031-7>
65. Sreerama, Y. N., Sashikala, V. B., Pratapa, V. M., Singh, V. (2012). Nutrients and antinutrients in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their flour functionality. *Food Chemistry*, 131 (2), 462–468. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.008>
66. Hailelassie, H. A., Henry, C. J., Tyler, R. T. (2016). Impact of household food processing strategies on antinutrient (phytate, tannin and polyphenol) contents of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) and beans (*Phaseolus vulgaris* L.): a review. *International Journal of Food Science & Technology*, 51 (9), 1947–1957. doi: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13166>
67. Choudhary, S., Kaur, J., Kaur, S., Kaur, S., Singh, I., Singh, S. (2015). Evaluation of antinutritional factors in kabuli chickpea cultivars differing in seed size. *Indian Journal of Agricultural Biochemistry*, 28 (1), 94–97.
68. Fouad, A. A., Rehab, F. M. A. (2015). Effect of germination time on proximate analysis, bioactive compounds and antioxidant activity of lentil (*Lens culinaris* Medik.) sprouts. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 14 (3), 233–246. doi: <https://doi.org/10.17306/j.afs.2015.3.25>
69. Olika, E., Abera, S., Fikre, A. (2019). Physicochemical Properties and Effect of Processing Methods on Mineral Composition and Antinutritional Factors of Improved Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties Grown in Ethiopia. *International Journal of Food Science*, 2019, 1–7. doi: <https://doi.org/10.1155/2019/9614570>
70. Portari, G. V., Tavano, O. L., Silva, M. A. da, Neves, V. A. (2005). Effect of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germination on the major globulin content and in vitro digestibility. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25 (4), 807–812. doi: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612005000400029>
71. Alajaji, S. A., El-Adawy, T. A. (2006). Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19 (8), 806–812. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.03.015>
72. Margier, M., Georgé, S., Hafnaoui, N., Remond, D., Nowicki, M., Du Chaffaut, L. et al. (2018). Nutritional Composition and Bioactive Content of Legumes: Characterization of Pulses Frequently Consumed in France and Effect of the Cooking Method. *Nutrients*, 10 (11), 1668. doi: <https://doi.org/10.3390/nu10111668>
73. Kılınççeker, O., Kurt, Ş. (2010). Effects of chickpea (*Cicer arietinum*) flour on quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8 (2), 47–50.
74. Brennan, C. S., Brennan, M. A., Mason, S. L., Patil, S. S. (2016). The Potential of Combining Cereals and Legumes in the Manufacture of Extruded Products for a Healthy Lifestyle. *EC Nutrition*, 5 (2), 1120–1127.
75. Serrano-Sandoval, S. N., Guardado-Félix, D., Gutiérrez-Urbe, J. A. (2019). Changes in digestibility of proteins from chickpeas (*Cicer arietinum* L.) germinated in presence of selenium and antioxidant capacity of hydrolysates. *Food Chemistry*, 285, 290–295. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.137>
76. Domínguez-Arispuro, D. M., Cuevas-Rodríguez, E. O., Milán-Carrillo, J., León-López, L., Gutiérrez-Dorado, R., Reyes-Moreno, C. (2017). Optimal germination condition impacts on the antioxidant activity and phenolic acids profile in pigmented desi chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (2), 638–647. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2973-1>
77. Marengo, M., Carpen, A., Bonomi, F., Casiraghi, M. C., Meroni, E., Quaglia, L. et al. (2017). Macromolecular and Micronutrient Profiles of Sprouted Chickpeas to Be Used for Integrating Cereal-Based Food. *Cereal Chemistry Journal*, 94 (1), 82–88. doi: <https://doi.org/10.1094/cchem-04-16-0108-fi>
78. Asmare, H., Admassu, S. (2013). Development and evaluation of dry fermented sausages processed from blends of chickpea flour and beef. *East African Journal of Sciences*, 7 (1), 17–30.

79. Siddiqui, M., Khan, M. A. (2011). Comparative study on quality evaluation of buffalo meat slices incorporated with finger millet, oats and chickpea. In *11th International Congress on Engineering and Food*.
80. Gorlov, I. F., Mikhailovna, T., Sitnikova, O. I., Slozhenkin, M. I., Zlobina, E. Y., Karpenko, E. V. (2016). New Functional Products with Chickpeas: Reception, Functional Properties. *American Journal of Food Technology*, 11 (6), 273–281. doi: <https://doi.org/10.3923/ajft.2016.273.281>
81. Ozulku, G., Arici, M. (2017). Characterization of the rheological and technological properties of the frozen sourdough bread with chickpea flour addition. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11 (3), 1493–1500. doi: <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9528-z>
82. Shrivastava, C., Chakraborty, S. (2018). Bread from wheat flour partially replaced by fermented chickpea flour: Optimizing the formulation and fuzzy analysis of sensory data. *LWT*, 90, 215–223. doi: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.019>
83. Inyang, U., Ibanga, U., Enidiok, S. (2018). Changes in Amino Acids, Anti-Nutrients and Functional Properties of African Yam Bean Flour Caused by Variation in Steeping Time Prior to Autoclaving. *Asian Journal of Biotechnology and Bioresource Technology*, 3 (1), 1–10. doi: <https://doi.org/10.9734/ajb2t/2018/39747>

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.208364

INFLUENCE OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF LEGUME FLOUR ON THE VOLUME OF EXTRACTED WHEY IN SOUR MILK PRODUCT

page 50–52

Biletska Yana, PhD, Department of International E-commerce and Hotel and Restaurant Business, V. N. Karazin Kharkiv National University, Ukraine, e-mail: ya.belecka@karazin.ua, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8060-6579>

Bakirov Myushfik, PhD, Department of Hotel and Restaurant Business and Merchandise, University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine, e-mail: bakirov_mp@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9723-9808>

Polupan Vadim, PhD, Department of Commodity Science in Customs, Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Ukraine, e-mail: polupan.v@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4729-6107>

The object of research is fermented milk products based on goat milk, produced by the thermostatic method. The effect of legume flour with the introduction of 1.5; 2.0; 2.5 % by weight of the fermented milk product on the volume of extracted whey formed during a certain centrifugation time of fermented milk product is studied. One of the most problematic areas is that when the recipe ingredients change, even in unknown quantities, their rheological characteristics change. Technological approaches applied by scientists simultaneously with product enrichment change its organoleptic characteristics, thereby reducing the demand for the developed products. The food soy flour, enriched with iodine, and food chickpea flour, enriched with selenium, are used. The study of the volume of extracted whey in the fermented milk product is determined by syneresis analysis. It has been established that the use of legume flour in the concentration range of 1.5–2.5 % by weight of the product affects the

structure of the fermented milk product towards its stabilization. Directly proportional dependence to the percentage of flour application is determined. A sample with a legume flour concentration of 2.5 % by weight of the product has the lowest percentage of extracted whey, since the curd in this sample is denser. This is due to the fact that during the joint use flour of legumes and microorganisms in goat milk, lactose decomposes, which, acting on calcium caseinate, replaces it with hydrogen, as a result of which denser fermented milk clot is formed.

Compared to analogs of fermented milk products for special dietary nutrition, the use of legume flour provides such advantages as the usual structure and consistency of the product, and also covers the daily requirement for iodine from 12.6 to 21 % and the daily requirement for selenium from 18.4 to 30.6 %.

Keywords: legume flour, fermented milk product, iodine-deficiency, selenium-deficiency, soybeans, chickpea beans.

References

- Biletska, Y., Plotnikova, R., Danko, N., Bakirov, M., Chuiko, M., Perepelytsia, A. (2019). Substantiation of the expediency to use iodine-enriched soya flour in the production of bread for special dietary consumption. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (11 (101)), 48–55. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.179809>
- Biletska, Y., Plotnikova, R., Skyrda, O., Bakirov, M., Iurchenko, S., Botshtein, B. (2020). Devising a technology for making flour from chickpea enriched with selenium. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (11 (103)), 50–58. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.193515>
- Biletska, Y., Djukareva, G., Ryzhkova, T., Kotlyar, O., Khaustova, T., Andrieieva, S., Bilovska, O. (2020). Substantiating the use of germinated legume flour enriched with iodine and selenium in the production of cooked-smoked sausages. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (105)), 46–54. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.204796>
- El-Salhy, M., Mazzawi, T., Hausken, T., Hatlebakk, J. G. (2016). Interaction between diet and gastrointestinal endocrine cells. *Biomedical Reports*, 4 (6), 651–656. doi: <http://doi.org/10.3892/br.2016.649>
- Hannah, W. N., Harrison, S. A. (2016). Lifestyle and Dietary Interventions in the Management of Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Digestive Diseases and Sciences*, 61 (5), 1365–1374. doi: <http://doi.org/10.1007/s10620-016-4153-y>
- Pace, L. A., Crowe, S. E. (2016). Complex Relationships Between Food, Diet, and the Microbiome. *Gastroenterology Clinics of North America*, 45 (2), 253–265. doi: <http://doi.org/10.1016/j.gtc.2016.02.004>
- Lobuckaia, N. V., Dediukhina, V. P., Pavlova, Zh. P., Ermak, I. M. (2004). Vliianie protosimbeoticheskikh smesei chistykh kultur molochnokislykh bakterii na formirovanie molochnykh zgustkov pri proizvodstve irgurtov. *Izvestiia Dalnevostochnogo federalnogo universiteta. Ekonomika i upravlenie*, 78–83.
- Ryzhkova, T., Bondarenko, T., Dyukareva, G., Biletskaya, Y. (2017). Development of a technology with an iodine-containing additive to produce kefir from goat milk. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (87)), 37–44. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.103824>
- Krupicyn, V. V., Ponomareva, I. N., Shilov, Iu. A., Ryzhkov, E. I. (2016). Assessment of quality and microbiological parameters of yogurts enriched with propolis. *Vestnik of coronzh state agrarian university*, 48 (1), 148–155. doi: <http://doi.org/10.17238/issn2071-2243.2016.1.148>

10. Beliakova, S. Iu., Krasnikova, L. V. (2014). Sinbioticheskie kislomolochnye produkty s rastitelnymi napolniteliami dlia pitaniia detei shkolnogo vozrasta. *Nauchnii zhurnal NIU ITMO. Seriya «Processy i apparaty pischevykh proizvodstv»*, 1. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/sinbioticheskie-kislomolochnye-produkty-s-rastitelnymi-napolnitelyami-dlya-pitaniya-detey-shkolnogo-vozrasta-1>
11. Uskova, D. G., Popova, N. V. (2019). The study of storage stability of yoghurt made on the basis of sonochemical micronized fucoidan. *Bulletin of the South Ural State University Series Food and Biotechnology*, 7 (2), 24–34. doi: <http://doi.org/10.14529/food190203>
12. Kanareikina, S. G., Kanareikin, V. I. (2016). Razrabotka lineiki molochno-rastitelnykh iogurtov. *Izvestiia Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 100–103.
13. Pro zatverdzhennia Pravyl veterynarno-sanitarnoi ekspertyzy moloka i molochnykh produktiv ta vymoh shchodo yikh realizatsii (2004). Nakaz Ministerstvo ahrarnoi polityky Ukrainy derzhavnyi departament veterynarnoi medytsyny No. 49. 20.04.2004. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0579-04>
14. Temerbaeva, M. V., Bekseytov, T. K. (2017). Razrabotka tekhnolohy byoiohurta dlia funktsionalnoho pytanyia na osnove kozeho moloka. *Vestnyk Omskoho HAU*, 1 (25), 120–126.



ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.207483

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE CATALYSTS APPLICATION ON THE LEVEL OF EMISSIONS OF CARBON MONOXIDE IN THE MANUFACTURE OF ELECTRODES page 4–11**Ivanenko O., Gomelya N., Panov Ye.**

Об'єктом дослідження є шкідливі для довкілля викиди на прикладі викидів підприємства-виробника електродів ПрАТ «Укрграфіт» (Запоріжжя, Україна). А також вуглецевий матеріал, в процесі термообробки якого відбувається утворення монооксиду вуглецю, з урахуванням застосування каталізатора безпосередньо в технологічному процесі термообробки вуглецевого матеріалу. На основі моделювання розсіювання викидів ПрАТ «Укрграфіт» в атмосферному повітрі з урахуванням розмірів санітарно-захисної зони показано, що приземна концентрація СО з урахуванням фоновго забруднення перевищує гранично допустиму концентрацію (ГДК) в контрольних точках. Визначено, що для досягнення встановлених нормативів на межі житлової забудови необхідно модернізувати виробництво шляхом впровадження науково-технічних рішень по захисту атмосфери від забруднення монооксидом вуглецю. Проведено фізичне моделювання процесів термообробки вуглецевих матеріалів для виробництва електродів, таких як пересипка, гранульований пек, шихта для заготовок, на лабораторній установці. Проведено оцінку термічного режиму на рівень викидів монооксиду вуглецю при випалюванні вуглецевого матеріалу. Співставлено результати з даними, отриманими при обстеженні параметрів роботи печей на підприємстві.

Визначено ефективність застосування каталізатора безпосередньо в технологічному процесі термообробки вуглецевого матеріалу на ефективність доокислення монооксиду вуглецю. Встановлено, що успішне вирішення проблеми перевищення нормативу викидів монооксиду вуглецю в технології виробництва електродів можливе при використанні пересипки, модифікованої діоксидом марганцю з вмістом MnO_2 1,5 %.

Показано, що після каталітичного знешкодження монооксиду вуглецю максимальна приземна концентрація СО на межі житлової забудови з урахуванням фоновго забруднення не перевищує гранично допустиму концентрацію. Завдяки цьому забезпечується отримання 0,576638ГДК від величини максимально разової гранично допустимої концентрації монооксиду вуглецю, що мінімізує екологічні ризики від викидів підприємства для населення. Модернізація виробництва шляхом впровадження системи каталітичного знешкодження монооксиду вуглецю, що не вимагає спеціального устаткування, у порівнянні з відомими аналогами, не потребує значних капіталовкладень.

Ключові слова: монооксид вуглецю, димові гази, вуглецевий матеріал, діоксид марганцю, атмосферне повітря, знешкодження, модернізація виробництва, зниження викидів.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210308

DEVELOPMENT OF A LASER COMPLEX FOR ECOLOGICAL MONITORING OF THE ATMOSPHERE OF URBAN AND INDUSTRIAL AREAS page 12–20**Titar V., Shpachenko O., Panimarchuk O., Guzenko M., Koshman S., Lutsky S.**

Об'єктом дослідження є методи дистанційного екологічного моніторингу приземного шару атмосфери в межах житлових кварталів та промислових зон великих мегаполісів. Для дистанційного визначення кількісних характеристик газових та аерозольних забруднювачів повітря з високою точністю та просторовим розрізненням запропоновано мобільний лазерний комплекс. Визначення складу та концентрації газових забруднень здійснюється за допомогою двох методів – методу диференціального поглинання та методу спонтанного комбінаційного розсіювання (СКР). Метод диференціального поглинання застосовується для виявлення малих концентрацій забруднюючих газів вздовж стаціонарної траси зондування. Метод спонтанного комбінаційного розсіювання використано для дистанційного виявлення шкідливих газоподібних речовин при їх концентраціях, які перевищують гранично допустимі норми. Метод СКР, який застосовано в розробленому газоаерозольному лідарі, дозволяє отримувати тривимірні розподілення концентрацій газів, що визначаються, з розрізненням близько одного метра. Це дає можливість оперативної та з великою точністю виявляти екологічно небезпечні джерела забруднення повітряного середовища та обґрунтовано застосовувати штрафні санкції до порушників екологічних норм. Дистанційний аналіз аерозольного складу приземного шару атмосфери здійснюється за допомогою методів лідарної голографії, які розроблені в лабораторії радіо- та оптичної голографії Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна (Україна). Відмінність у відбитті від рідких та твердих аерозольних частинок робить можливим формування поляризаційних голограм і розглядання по них рідких та твердих аерозольних частинок окремо. Кількісний аналіз складу та концентрації частинок, що спостерігаються по їх голографічним зображенням, характеризується високим рівнем чутливості, оскільки, на відміну від інших відомих методів, не потребує апріорних припущень щодо якісного складу аерозолю, що визначається. Таким чином, завдяки використанню різних фізичних принципів взаємодії лазерного випромінювання з газовими та аерозольними компонентами повітряного середовища, розроблений лазерний комплекс для екологічного моніторингу атмосфери є ефективним засобом контролю за станом повітря в умовах сучасних мегаполісів.

Ключові слова: лазерне зондування атмосфери, диференціальне поглинання, спонтанне комбінаційне розсіювання, газоаерозольний голографічний лідар.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210666

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL AND RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES AND TECHNICAL MEANS FOR PROCESSING AND DISPOSAL OF MAN-MADE FORMATIONS AND WASTE page 21–28**Lyashenko V., Khomenko O., Chekushina T., Topolnij F., Dudar T.**

Об'єктом дослідження є природоохоронні та ресурсозберігаючі технології та технічні засоби для переробки та утилізації техногенних утворень і відходів при підземній розробці родовищ корисних копалин із закладкою виробленого простору. Одним з найбільш проблемних місць є управління станом рудовміщуючих енергетично порушених масивів і доставка твердіючих закладних сумішей до місця їх укладання, а також дефіцит компонентів для їх приготування. Це підвищує важливість питань управління напружено-деформаційним станом (НДС) масиву гірських порід, забезпечення збереження денної поверхні від руйнування та життєдіяльності населення, що проживає в зоні впливу гірничодобувного регіону.

У роботі представлені основні наукові та практичні результати обґрунтування технологій та технічних засобів для утилізації відходів гірничо-металургійного виробництва в підземні вироблені простори (техногенні порожнечі) в якості компонентів твердіючих закладних сумішей різного складу та міцності. Описано методи теоретичних узагальнень із застосуванням математичної статистики, фізичного та математичного моделювання, з виконанням розрахунків і техніко-економічних обґрунтувань, лабораторних і натурних експериментальних досліджень, промислових випробувань в умовах діючих підприємств гірничо-металургійного виробництва. На основі дослідження механізму НДС масиву порід з використанням геофізичних і маркшейдерських методів запропонована природоохоронна технологія погашення техногенних порожнеч в енергетично порушених масивах. Дана технологія дозволяє забезпечити збереження денної поверхні та життєдіяльність населення, що проживає в зоні впливу гірничих об'єктів (шахти, відвали, промислові майданчики для закладних комплексів, хвостосховища, рудо-збагачувальні фабрики (РЗФ) та ін.). Встановлено, що для шахт державного підприємства «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (Україна) коефіцієнт використання відходів власного виробництва для твердіючої закладки становить від 0,45 до 0,68; гідравлічної – від 0,56 до 0,75; силючої – 0,62, а видобуток кожної тони товарної руди супроводжується виходом 0,7–0,8 т відходів. Дана оцінка рівня утилізації відходів гірничо-металургійного виробництва та наведено кадастр для відходів гірських підприємств, який дає оціночну характеристику та напрямки можливого їх використання для потреб народного господарства. Результати досліджень можуть бути використані під час підземної розробки рудних родовищ складної структури та гірничо-металургійного виробництва.

Ключові слова: відходи гірничо-металургійного виробництва, природоохоронна та ресурсозберігаюча технологія, технічні засоби, життєдіяльність населення.

REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210375

MATHEMATICAL MODELING OF GAS-LIQUID FLOW IN COMPRESSED AIR FOAM GENERATION SYSTEMS page 29–35**Vinogradov S., Shakhov S., Kodryk A., Titenko O., Parkhomchuk O.**

Об'єктом дослідження є система подачі компресійної піни. Одним з найбільш проблемних місць при проектуванні систем подачі компресійної піни є необхідність отримання певного типу піни, яка має необхідні властивості, в залежності від класу пожежі, для гасіння якого вона буде використана. Необхідно враховувати технологічний процес утворення піни, а саме регулювання потоку розчину піноутворювача та стиснутого повітря, які подають в камеру змішування, де безпосередньо відбувається генерація піни. Важливо забезпечити оптимальні параметри в залежності від призначення установки: потужність потоку, кратність піни та її стійкість. З метою проектування системи подачі компресійної піни з певними технологічними параметрами необхідно попередньо отримати ці параметри аналітично, для чого необхідно побудувати відповідну математичну модель.

В ході дослідження використовувалося графічне середовище імітаційного моделювання Simulink (інтегроване в програмне середовище MatLab), яке дозволяє за допомогою окремих блоків у вигляді направлених графів будувати динамічні моделі. Структура такої моделі побудована на основі окремих, самостійних блоків, які самі по собі є окремими математичними моделями.

Новим є розробка математичної моделі двофазного потоку: рідкої фази, що складається із суміші води з піноутворювачем і газової фази – повітря в тракці піногенератора в складі блок-схеми установки для випадку генерації компресійної піни. А також розробка схеми та алгоритму комунікації послідовно з'єднаних блоків загальної блок-схеми. Завдяки цьому забезпечується отримання розрахункових вихідних даних стаціонарного режиму роботи установки.

Розроблена в роботі математична модель дозволяє вирішувати наступні прикладні та наукові завдання:

- проводити розрахунки вхідних параметрів установки, які забезпечать необхідні вихідні параметри: потужність потоку, кратність, час безперервної генерації, стійкість піни, що визначаються призначенням і особливостями застосування установки в умовах гасіння різних видів пожеж;

- дослідити вплив параметрів піногенеруючої вставки установки на кратність компресійної піни.

Ключові слова: вогнегасні властивості, компресійна піна, гасіння пожеж, блок піногенератора, системи комунікації між блоками.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210376

ESTABLISHMENT OF A NETWORK FOR THE PUBLIC ATMOSPHERIC AIR MONITORING AND INFORMING THE POPULATION page 36–40**Holik Yu., Maksuta N.**

Об'єктом дослідження є моніторинг стану забруднення атмосферного повітря агломерацій з подальшим інформуванням населення. Моніторинг стану атмосферного повітря міста має вагомим значення як на державному рівні, так і для громадськості. В даній роботі громадський моніторинг атмосферного повітря створено на прикладі міста Полтава (Україна). Створення мережі громадського моніторингу стану забруднення атмосферного повітря міста передбачає проведення незалежного спостереження за забрудненням повітря, беручи за основу постанови та інші керівні документи щодо якості атмосферного повітря. Відповідно до існуючих вимог, державний моніторинг атмосферного повітря має ряд недоліків, а саме:

- відсутність проведення моніторингу завислих речовин, в тому числі PM_{2,5} та PM₁₀;
- проведення моніторингу забруднення атмосферного повітря на стаціонарних постах спостереження здійснюється максимум 4 рази на добу;
- відсутність системи інформування населення щодо стану повітря в місті, в особливості забруднення PM_{2,5} та PM₁₀;
- відсутність автоматизованих систем аналізу якості повітря, тобто моніторинг проводиться методом відбору проб. На відміну від проведення державного спостереження, громадський моніторинг забезпечить не лише інформування населення, його залучення до моніторингу, а і підвищить екологічну свідомість, відповідальність, та створить додатковий інструмент контролю за забрудненням повітряного середовища. Для ефективного функціонування мережі громадського моніторингу розроблено правила щодо проведення громадського контролю стану забруднення атмосферного повітря міста з описом розташування датчиків забруднень, їх роботи та основних вимог. Також розроблено сайт на основі бази даних щодо проведеного моніторингу, що відображає результати громадського моніторингу. Беручи до уваги, що якщо база даних містить дані показників встановлених датчиків (точкові виміри), то сайт для інформування населення є візуалізацією результатів контролю по всій території міста, тобто виступить моделлю розподілу забруднень в атмосферному повітрі міста.

Ключові слова: атмосферне повітря, забруднення PM_{2,5} та PM₁₀, датчики виміру, сітка міста, інформування населення, мережа спостережень.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210374

ANALYSIS OF PERSPECTIVE FOR USING CHICKPEA SEEDS TO PRODUCE FUNCTIONAL FOOD INGREDIENTS page 41–49**Hevryk V., Kaprelyants L., Trufkati L., Pozhitkova L.**

В даний час харчова промисловість все більше фокусує свою увагу на питаннях, пов'язаних зі зміною існуючих технологій з метою підвищення ефективності переробки сировини та збільшення випуску високоякісних продуктів харчування та функціональних інгредієнтів з мінімальною кількістю відходів. Саме тому об'єктом дослідження було обрано насіння нуту, як джерело цінного рослинного білка, який за своїм складом схожий на білок тваринного походження та водночас є найбагатшим джерелом функціональних інгредієнтів.

При дослідженні використано метод аналізу літературних джерел, які відповідають тематиці дослідження. Було проаналізовано ряд наукових праць, які пов'язані з пророщенням та замочуванням нуту, біологічною цінністю нуту у вигляді хумусу, перспективами переробки нуту для виробництва м'ясних і хлібобулочних виробів.

У роботі показані особливості загального хімічного складу та характеристика окремих нутрієнтів і біологічно активних речовин нуту. Наведені оздоровчі та фізіологічні особливості продуктів з нуту, зокрема показана відмінна особливість нуту – його здатність акумулювати селен, який засвоюється в 5–10 разів краще, ніж з інших хімічних сполук. Це в свою чергу сприяє попередженню виникнення та розвитку раку та інших хвороб. Показано, що приготування їжі та термічна обробка в цілому зазвичай призводять до зниження харчової якості та фітохімічного складу харчових продуктів. Однак вони можуть інактивувати термолабільні антипоживні речовини, такі як бобові антитрипсинні чинники, які негативно впливають на біодоступність білка. Кулінарна обробка їжі призводить до зниження вмісту небажаних факторів у бобових, таких як фітати, та модулює амінокислотний склад і засвоюваність білка. Встановлено закономірності підвищення біологічної активності насіння нуту при пророщуванні. Спираючись на результати досліджень, було зроблено висновки щодо формування білка у насінні нуту в залежності від клімату.

На підставі результатів досліджень теоретично обґрунтована та підтверджена доцільність застосування продуктів переробки насіння нуту в технології харчових виробів поліпшеної біологічної цінності.

Ключові слова: дієтичне та лікувально-профілактичне харчування, продовольчий нут, антинутриєнти, функціональні інгредієнти.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.208364

INFLUENCE OF DIFFERENT CONCENTRATIONS OF LEGUME FLOUR ON THE VOLUME OF EXTRACTED WHEY IN SOUR MILK PRODUCT page 50–52**Biletska Y., Bakirov M., Polupan V.**

Об'єктом дослідження є кисломолочні вироби на основі молока кіз, виготовлені термостатним способом. Вивчали вплив бо-рошна бобових із часткою введення 1,5; 2,0; 2,5 % до маси кисломолочного продукту на об'єм виділеної сироватки, що утворився

протягом певного часу цинтригування кисломолочного продукту. Одним з найбільш проблемних місць є те, що при зміні рецептурних інгредієнтів навіть у незначних кількостях, змінюються їх реологічні характеристики. Технологічні підходи, застосовані науковцями одночасно із збагаченням продукту, змінюють його органолептичні показники, чим знижують попит на розроблені вироби. В ході дослідження використовували борошно соєве харчове, збагачене йодом, та борошно нутове харчове, збагачене селеном. Вивчення об'єму виділеної сироватки у кисломолочному продукті визначали аналізом синерезису. Встановлено, що використання борошна бобових у діапазоні концентрацій 1,5–2,5 % до маси виробу впливає на структуру кисломолочного продукту у бік її стабілізації. Визначена прямопропорційна залежність від відсотка внесення борошна. Зразок із концентрацією борошна бобових 2,5 % до маси виробу має найменший відсоток виділеної сироватки, так як згусток у даного зразка є більш щільним. Це пов'язано з тим, що під час сумісного використання борошна бобових та мікроорганізмів у козиначому молоці відбувається розклад лактози, яка, впливаючи на казеїнат кальцію, заміщає його воднем, у результаті чого утворюється більш щільніший кисломолочний згусток.

У порівнянні з аналогами кисломолочних виробів для спеціального дієтичного харчування, використання борошна бобових забезпечує такі переваги, як звичну структуру та консистенцію продукту, а також покриває добову потребу в йоді від 12,6 до 21 % та добову потребу в селені від 18,4 до 30,6 %.

Ключові слова: борошно бобових, кисломолочний продукт, йод-дефіцит, селен-дефіцит, зерно сої, зерно нуту.