



CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.259066

CONSIDERATION OF THE POSSIBILITY OF LARGE-SCALE PLASMA-CHEMICAL PRODUCTION OF NANOSILICON FOR LITHIUM-ION BATTERIES

pages 6–14

Stanislav Petrov, Doctor of Technical Sciences, Leading Researcher, Department of Plasma Technology, The Gas Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0373-8003>

Serhii Bondarenko, PhD, Associate Professor, Department of Technology of Inorganic Substances, Water Treatment and General Chemical Technology, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: s_g_bondarenko@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9590-4747>

Koichi Sato, Technical Counsellor, Kankyo Techno Co. LTD, Tainai, Japan, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5047-1594>

The object of research is the process of obtaining silicon nanomaterials for lithium-ion batteries of energy storage devices, and the subject of research is the technology of gas-phase plasma-chemical synthesis for the production of Si-nanoparticles.

In the course of the study, numerical simulation methods were used, which made it possible to determine the parameters of temperature fields, velocities and concentrations. To study the processes of synthesis of nanopowders, a plasma reactor with an electric arc plasma torch of a linear scheme and using an argon-hydrogen mixture as a plasma-forming gas was developed. To analyze the influence of an external magnetic field on the control of the plasma jet parameters, a series of experiments was carried out using an electric arc plasma torch on plasma laboratory facilities with a power of 30 and 150 kW.

The influence of a magnetic field on the process of formation and evaporation of a gas-powder flow in a plasma jet was studied by determining the configuration, geometric dimensions, and structure of the initial section of the jet. In this case, the dispersed material – silicon powder was fed to the plasma torch nozzle section according to the radial scheme. Experimental confirmation of the phenomenon of elongation of the high-temperature initial section of the plasma jet in a longitudinal magnetic field has been obtained. The experimental results indicate that the creation of a peripheral gas curtain significantly changes the characteristics of heat and mass transfer in the reactor. It should be expected that for optimization it is possible to exclude the deposition of nanosilicon particles on the walls of the reactor and provide conditions for continuous operation. The effect of two-phase flow, heat transfer, and mass flow of nanoparticles, including the surface of a plasma reactor with limited jet flow, in the processes of obtaining silicon nanopowders has been studied. This made it possible to correct a number of technological characteristics of the process of constructive design of the actions of plasma synthesis of nanopowders.

The patterns obtained can be used for constructive and technological design in the creation and development of a pilot plant for high-performance production of nanosilicon powders.

Keywords: plasma-chemical synthesis, plasma reactor, nanosilicon, silicon electrode, lithium-ion battery, numerical simulation.

References

1. Berdichevsky, G. (2020). *The Future of Energy Storage Towards A Perfect Battery with Global Scale*. Available at: https://www.silanano.com/uploads/Sila_-_The-Future-of-Energy-Storage-White-Paper.pdf
2. Doğan, İ., van de Sanden, M. C. M. (2015). Gas-Phase Plasma Synthesis of Free-Standing Silicon Nanoparticles for Future Energy Applications. *Plasma Processes and Polymers*, 13 (1), 19–53. doi: <http://doi.org/10.1002/ppap.201500197>
3. Zeng, X., Li, M., Abd El-Hady, D., Alshitari, W., Al-Bogami, A. S., Lu, J., Amine, K. (2019). Commercialization of Lithium Battery Technologies for Electric Vehicles. *Advanced Energy Materials*, 9 (27), 1900161. doi: <http://doi.org/10.1002/aenm.201900161>
4. Yuca, N., Taskin, O. S., Arici, E. (2019). An overview on efforts to enhance the Si electrode stability for lithium ion batteries. *Energy Storage*, 2 (1). doi: <http://doi.org/10.1002/est.2.94>
5. Kuksenko, S. P., Tarasenko, Y. O., Kaleniuk, H. O., Kartel, M. T. (2020). Stable silicon electrodes with vinylidene fluoride polymer binder for lithium-ion batteries. *Himia, Fizika Ta Tehnologija Poverhni*, 11 (1), 58–71. doi: <http://doi.org/10.15407/hftp11.01.058>
6. Schwan, J., Nava, G., Mangolini, L. (2020). Critical barriers to the large scale commercialization of silicon-containing batteries. *Nanoscale Advances*, 2 (10), 4368–4389. doi: <http://doi.org/10.1039/d0na00589d>
7. Jiang, T., Yang, H., Chen, G. Z. (2022). Enhanced Performance of Silicon Negative Electrodes Compositing with Titanium Carbide Based MXenes for Lithium-Ion Batteries. *Nanoenergy Advances*, 2 (2), 165–196. doi: <http://doi.org/10.3390/nanoenergyadv2020007>
8. Jaumann, T., Gerwig, M., Balach, J., Oswald, S., Brendler, E., Hauser, R. et al. (2017). Dichlorosilane-derived nano-silicon inside hollow carbon spheres as a high-performance anode for Li-ion batteries. *Journal of Materials Chemistry A*, 5 (19), 9262–9271. doi: <http://doi.org/10.1039/c7ta00188f>
9. Petrov, S. V. (2021). *Innovatcionnye plazmenno-struinye tekhnologii*. LAMBERT Academic Publishing, 112.
10. Zhang, X., Wang, Y., Min, B.-I., Kumai, E., Tanaka, M., Watanabe, T. (2021). A controllable and byproduct-free synthesis method of carbon-coated silicon nanoparticles by induction thermal plasma for lithium ion battery. *Advanced Powder Technology*, 32 (8), 2828–2838. doi: <http://doi.org/10.1016/j.apt.2021.06.003>
11. Shigeta, M. (2018). Numerical Study of Axial Magnetic Effects on a Turbulent Thermal Plasma Jet for Nanopowder Production Using 3D Time-Dependent Simulation. *Journal of Flow Control, Measurement & Visualization*, 6 (2), 107–123. doi: <http://doi.org/10.4236/jfcmv.2018.62010>
12. Shigeta, M., Hirayama, Y., Ghedini, E. (2021). Computational Study of Quenching Effects on Growth Processes and Size Distributions of Silicon Nanoparticles at a Thermal Plasma Tail. *Nanomaterials*, 11 (6), 1370. doi: <http://doi.org/10.3390/nano11061370>
13. Petrov, S., Korzhyk, V. (2016). Plasma Process of Silicon Production for Photovoltaic Power Generation. *Engineering and Technology*, 3 (5), 74–88.
14. Petrov, S. V. (2013). Plazmotronnaia tekhnika. *Etapy razvitiia. Svarshchik*, 3 (43), 26–31.
15. *Tekna Plasma Systems Inc*. Available at: <http://tekna.com/>

16. Astashov, A. G. (2016). *Rasprezhenie plotnosti teplovykh i masovykh potokov v plazmennom reaktore s ogranichenym struinym techeniem v protsessakh polucheniia nanoporoshkov*. Moscow: IMET RAN, 104.
17. Tsvetkov, Iu. V., Samokhin, A. V., Alekseev, N. V., Astashov, Iu. V., Sinaiskii, M. A., Kirpichev, D. E., Fadeev, A. A. (2018). *Poluchenie poroshkov v plazmennyykh reaktorakh na baze elektrodugovogo plazmotrona*. Institut metallurgii materialovedeniia im. A. A. Baikova RAN – 80 let. Moscow: Interkontakt Nauka, 437–450.
18. Choi, S., Lee, H., Park, D.-W. (2016). Synthesis of Silicon Nanoparticles and Nanowires by a Nontransferred Arc Plasma System. *Journal of Nanomaterials*, 2016, 1–9. doi: <http://doi.org/10.1155/2016/5849041>
19. Astashov, A. G., Samokhin, A. V., Alekseev, N. V., Litvinova, I. S., Tsvetkov, Y. V. (2018). Heat and mass transfer in confined jet plasma reactor with peripheral vortex flow. *Journal of Physics: Conference Series*, 1134, 012004. doi: <http://doi.org/10.1088/1742-6596/1134/1/012004>
20. Jiayin, G., Xiaobao, F., Dolbec, R., Siwen, X., Jurewicz, J., Boulos, M. (2010). Development of Nanopowder Synthesis Using Induction Plasma. *Plasma Science and Technology*, 12 (2), 188–199. doi: <http://doi.org/10.1088/1009-0630/12/2/12>
21. *TP-40020NPS Thermal Plasma Nanopowder Synthesis System*. Available at: <https://www.jeol.co.jp/en/products/detail/TP-40020NPS.html>
22. Volchkov, E. P. (1983). *Pristennyye gazovyye zavesy*. Novosibirsk: Nauka, 240.
23. Repukhov, V. M. (1980). *Teoriia teplovoi zashchity stenki vduvom gaza*. Kyiv: Naukova dumka, 216.
24. Schreuders, C., Leparoux, M., Shin, J.-W., Miyazoe, H., Siegmann, S. (2005). *Quenching design for plasma synthesis of nanoparticles*. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/265159448>
25. Pashchenko, V. N. (2016). Primenenie vneshnego magnitnogo polia dlia formirovaniia gazoporoshkovogo potoka pri plazmennom nanosenii pokrytii. *Almanakh sovremennoi nauki i obrazovaniia*, 7 (85), 102–106.
26. Sato, T., Shigeta, M., Kato, D., Nishiyama, H. (2001). Mixing and magnetic effects on a nonequilibrium argon plasma jet. *International Journal of Thermal Sciences*, 40 (3), 273–278. doi: [http://doi.org/10.1016/s1290-0729\(00\)01217-5](http://doi.org/10.1016/s1290-0729(00)01217-5)

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260337

APPLICATION OF VARIETIES OF TECHNOGENIC RAW MATERIALS IN CEMENT TECHNOLOGY

pages 15–21

Nataliia Dorogan, PhD, Assistant, Department of Chemical Technology of Composite Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, e-mail: nataliyadorogan@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4304-1297>

Petro Varshavets, PhD, General Manager of FASAD Ltd, Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6324-0616>

Lev Chernyak, Doctor of Technical Science, Professor, Department of Chemical Technology of Composite Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8479-0545>

Oleg Shnyruk, Assistant, Department of Chemical Technology of Composite Materials, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7840-6201>

The possibility of manufacturing a mineral binder using large-tonnage waste from other industries has been studied. The object of the research are mixtures for the manufacture of cement clinker based on systems of chalk – clay – scope of paper production and chalk – clay – husks of rice processing. At the same time, urgent tasks of developing the raw material base for cement production and resource conservation were solved. The development of new initial mixtures was carried out taking into account the peculiarities of the chemical and mineralogical composition of varieties of technogenic raw materials. According to the chemical composition, rice alkali is characterized by a content of 15.6 wt. % SiO₂ with a large quantitative ratio of SiO₂:Al₂O₃=65.2 and a small amount of alkaline earth and alkaline oxides. Scop differs from alkali in a large amount of CaO (25.8 wt. %), a lower content of SiO₂ at a quantitative ratio of SiO₂:Al₂O₃=1.3. In this case, there are quantitative ratios of oxides CaO:SiO₂=2.5, CaO:Al₂O₃=3.3, CaO:SiO₂:Al₂O₃=3.3:1.4:1, which determine the probable phase transformations during firing. The main rock-forming mineral in rice husks is amorphous silica; Scope is marked by the presence of crystalline phases of calcite, quartz, and kaolinite. The analysis of the possible content of the studied wastes and the determination of the compositions of the raw mixtures were carried out using the computer program «Clinker». Analysis of computer calculations and experiments indicates the possibility of reducing by 11–16 wt. % consumption of natural raw materials in the composition of mixtures for the manufacture of clinker in comparison with the known production composition. According to X-ray phase analysis, the features of the development of crystalline phases during the firing of mixtures using varieties of technogenic raw materials at a maximum temperature of 1400 °C were established. Based on the data of technological testing, the differences in indicators of binding properties were determined – the setting time of cement when used in the composition of raw mixtures of rice husk and paper scope.

Keywords: large-tonnage waste, mineral binder, rice husk, paper scope, raw mix, crystalline phases.

References

1. Udachkin, I. B., Pashchenko, A. A., Cherniak, L. P., Zakharchenko, P. V., Semididko, A. S., Miasnikova, E. A. (1988). *Kompleksnoe razvitiie syrevoi bazy promyshlennosti stroitelnykh materialov*. Kyiv: Budivelnik, 104.
2. Allen, D. T., Benmanesh, N. (1994). *Wastes as Raw Materials. The Greening of Industrial Ecosystems*. Washington: National Academy Press, 69–89. Available at: <https://www.nap.edu/read/2129/chapter/7>
3. Dvorkin, L. I., Dvorkin, O. L. (2007). *Stroitelnye materialy iz otkhodov promyshlennosti*. Rostov n/D: Feniks, 363.
4. Pashchenko, A. A., Miasnikova, E. A., Evsiutin, E. R. (1990). *Energoberegaiushchie i bezotkhodnye tekhnologii polucheniia viazhushchikh veshchestv*. Kyiv: Vishcha shkola, 223.
5. Pavlû, T. (2018). The Utilization of Recycled Materials for Concrete and Cement Production- A Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 442, 012014. doi: <http://doi.org/10.1088/1757-899x/442/1/012014>

6. Abdul-Wahab, S. A., Al-Dhamri, H., Ram, G., Chatterjee, V. P. (2020). An overview of alternative raw materials used in cement and clinker manufacturing. *International Journal of Sustainable Engineering*, 14 (4), 743–760. doi: <http://doi.org/10.1080/19397038.2020.1822949>
7. Anwar, M., Miyagawa, T., Gaweesh, M. (2000). Using rice husk ash as a cement replacement material in concrete. Waste Management Series, 671–684. doi: [http://doi.org/10.1016/s0713-2743\(00\)80077-x](http://doi.org/10.1016/s0713-2743(00)80077-x)
8. Sun, L., Gong, K. (2001). Silicon-based materials from rice husks and their applications. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 40 (25), 5861–5877. doi: <http://doi.org/10.1021/ie010284b>
9. AboDaham, H., Devra, V., Ahmed, F. K., Li, B., Abd-Elsalam, K. A. (2022). Rice wastes for green production and sustainable nanomaterials: An overview. *Agri-Waste and Microbes for Production of Sustainable Nanomaterials*, 707–728. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-12-823575-1.00009-3>
10. Gopal, M., Mathew, M. D. (1986). The scope for utilizing jute wastes as raw materials in various industries: A review. *Agricultural Wastes*, 15 (2), 149–158. doi: [http://doi.org/10.1016/0141-4607\(86\)90046-6](http://doi.org/10.1016/0141-4607(86)90046-6)
11. Monte, M. C., Fuente, E., Blanco, A., Negro, C. (2009). Waste management from pulp and paper production in the European Union. *Waste Management*, 29 (1), 293–308. doi: <http://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.002>
12. Mansha, M., Javed, S. H., Kazmi, M., Feroze, N. (2011). Study of rice husk ash as potential source of acid resistance calcium silicate. *Advances in Chemical Engineering and Science*, 1 (3), 147–153. doi: <http://doi.org/10.4236/aces.2011.13022>
13. Habeeb, G. A., Mahmud, H. B. (2010). Study on properties of rice husk ash and its use as cement replacement material. *Materials Research*, 13 (2), 185–190. doi: <http://doi.org/10.1590/s1516-14392010000200011>
14. Batalin, B., Kozlov, I. (2004). Stroitelnye materialy na osnovе skopa – otkhoda tcellulozno-bumazhnoi promyshlennosti. *Stroitelnye materialy*, 1, 42–43.
15. Chernyak, L. P., Varshavets, P. G., Dorogan, N. O., Shnyruk, O. M. (2019). Mineral binding material with the use of paper manufacturing wastes. *Ceramics: Science and Life*, 3 (44), 16–22. doi: <http://doi.org/10.26909/csl.3.2019.2>
16. Simão, L., Hotza, D., Raupp-Pereira, F., Labrincha, J. A., Montedo, O. R. K. (2018). Wastes from pulp and paper mills – a review of generation and recycling alternatives. *Cerâmica*, 64 (371), 443–453. doi: <http://doi.org/10.1590/0366-69132018643712414>
17. Sviderskii, V. A., Cherniak, L. P., Dorogan, N. O., Soroka, A. S. (2014). Programne zabezpechennia tekhnologii portlandtsementu. *Stroitelnye materialy i izdeliia*, 1 (84), 16–17.

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.259724

EVALUATION OF THE EFFECT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ON THE ATMOSPHERE AND EFFICIENCY EVALUATION OF ENVIRONMENTAL PROTECTION ON THE EXAMPLE OF PRYDNIPROVSKA THERMAL POWER PLANT

pages 22–25

Dmytro Makarenko, Senior Lecturer, Department of Ecology and Technogenic Safety, National Aerospace University «Kharkiv Aviation Institute», Kharkiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4672-2880>, e-mail: d.makarenko@khai.edu

Heat and energy consumption is currently one of the largest environmental polluters. First of all, this is expressed in an increase in air pollution, poor quality of drinking water, soil pollution and the accumulation of certain types of waste. In order to reduce the harmful impact on the environment, it is necessary to solve the issues of effective purification and standardization of emissions and calculation of maximum allowable emissions. Therefore, the object of research is the impact of an industrial enterprise on the environment. One of the sources of environmental pollution is heat production enterprises, to which the Prydniprovsk thermal power plant (Dnipro, Ukraine) belongs.

The research is aimed at assessing the impact of the Prydniprovsk thermal power plant (TPP) on the environment and develop proposals for the implementation of appropriate environmental measures. Like most industrial enterprises, Prydniprovsk thermal power plant is a source of solid waste, polluted rains and gaseous emissions into the atmosphere. Since the enterprise is located within the city, the relevant environmental protection requirements for it have been increased. The economic activity of the enterprise is accompanied by the fulfillment of the requirements for the rational use of natural resources, environmental safety, planning measures for environmental protection and public health.

In the work, an assessment was made of the impact of Prydniprovsk thermal power plant on the environment and a description of the area where the enterprise was located was given. The analysis of these data allows to give recommendations on the choice of the type of treatment facilities and the requirements for them.

As a result of the research, it can be concluded that the excess of the surface concentration for the main emitted substances was not recorded. In the future, the study of emissions from the Prydniprovsk TPP can be carried out on other emitted harmful substances, as well as after the work on the modernization of treatment equipment.

Keywords: emissions from industrial facilities, air pollution, purification systems, environmental pollution, environment.

References

1. Totai, A. V. et. al.; Totaia, A. V., Korsakova, A. V. (Eds.) (2016). *Ekologiya*. Moscow: Iurait, 450.
2. Stolberg, F. V. (Ed.) (2000). *Ekologiya goroda*. Kyiv: Libra, 464.
3. Ekzempliarskii, N. S., Bagaeva, O. I., Brazgovka, O. V. (2015). Vliianie khimicheskikh veshchestv na organizm cheloveka i ikh higienicheskoe normirovanie. *Aktualnye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 1 (11), 767–768.
4. Krasnenok, I. S. (2015). Vidy vrednykh veshchestv i ikh vozdeistvie na organizm cheloveka kak odin iz aspektov energosberazheniia. *Epokha nauki*, 4, 424–428.
5. Kelina, N. Iu., Bezruchko, N. V., Rubtcov, G. K., Chichkin, S. N. (2010). Otsenka vozdeistviia khimicheskogo zagriazneniia okruzhaiushchei sredy kak faktora riska dlia zdorovia cheloveka: analiticheskii obzor. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta. Ekologiya*, 3 (93), 156–161.
6. Alforov, M. A. (2012). *Urbanizatsiini protsesy v Ukraini*. Donetsk: TOV «Skhidnyvydavny chy i dim», 552.
7. Hirshfeld, V. Ya., Morozov, H. N. (1986). *Teplovielektrychni stantsii*. Kyiv: Vyscha shkola, 216.
8. Kovalko, M. P. (Ed.) (2012). *Palyvno-enerhetychnyi kompleks Ukrainy u tsyfrakh i faktakh*. Kyiv: UEZ, 152.

9. Altshuler, V. S. (1999). Ekologicheskie kharakteristiki ustanovok po gazifikatsii tverdogo topliva na teplovykh elektrostantsiakh. *Teploenergetika*, 2, 33–37.
10. Prydniprovska TES. Available at: <https://dniproenergo.com.ua/separate-units/dtek-prudniprovskaya-tpp/>
11. Borisov, M. A. (2004). Reabilitatsiia TES. Zabezpechennia staloi roboti ob'ednanoi energosistemi Ukraini. *Energetika i elektrifikatsiia*, 3, 21–27.
12. Ryzhkin, V. Ya. (1999). *Teplovi elektrychni stantsii*. Kyiv: Vyshcha shkola, 448.
13. Dzhyhyrei, B. C. (2002). *Ekolohiia ta okhorona navkolynshnoho pryrodnoho seredovyscha*. Kyiv: T-vo «Znannia», KOO, 203.
14. Du, W., Li, M. (2020). Assessing the impact of environmental regulation on pollution abatement and collaborative emissions reduction: Micro-evidence from Chinese industrial enterprises. *Environmental Impact Assessment Review*, 82, 106382. doi: <http://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106382>
15. Ganda, F. (2019). The impact of industrial practice on carbon emissions in the BRICS: a panel quantile regression analysis. *Progress in Industrial Ecology, An International Journal*, 13 (1), 84. doi: <http://doi.org/10.1504/pie.2019.098813>
16. Lozovoi, D. G. (Ed.) (2011). *Issledovanie parametrov teplovykh skhem PGU s tseliu vybora naibolee effektivnykh dlia rekonstrukcii TET energosistemy*. Minsk.
17. OND-86. *Metodika rascheta koncentracii v atmosfernom vozdukh vrednykh veshchestv, sodержashchikhsia v vybrosakh predpriatii*. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200000112>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260548

DEVELOPMENT OF A METHOD OF UTILIZATION OF OIL AND GAS INDUSTRY WASTE AT PERESHCHEPYNO FIELD (UKRAINE)

pages 26–30

Olena Mykhailovska, PhD, Associate Professor, Department of Oil and Gas Engineering and Technology, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7451-3210>, e-mail: helena_2005@ukr.net

Mykola Zotsenko, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Building Structures, National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic», Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1886-8898>

Vladislav Kulik, Engineer, Leading Geologist, Geological Service of PoltavaGasVydobuvannya GPD, Poltava, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8242-8451>

The object of research is the technological solutions for the construction of sludge barns at the Pereschepyno field (Ukraine). One of the most problematic places is the lack of reliable insulation of sludge barns and storage facilities.

The study used a screen type «wall in the soil» of elements of soil cement, which prevents the filtration of the aqueous phase. The screen was built monolithic. It is proposed to arrange the shade between the centers of the curtain equal to 0.8 of the diameter of the element. It is proposed to make elements from soil cement by the brown-mixing method. After 28 days (hardening of the elements) up to 60 % of the soil was removed from the waste storage area. This is due to the fact that the proposed method of arrangement of waste storage has a number of features. Over time, the strength and permeability of the aqueous phase of soil cement increase. It is proposed to

fill the storage with drilling waste after the enclosing elements have hardened. In order for the soil to have a suitable humidity of 4–5 %, it is proposed to dry it outdoors. It is proposed to build a cover over the soil dump. If the optimum humidity of the mixture is not obtained after drying and mixing the waste with the soil, it is proposed to add a drying additive (ash removal of Mykolayiv thermal power plant). The amount of additive is from 1.5 to 3 % depending on the type of soil. Next, it is proposed to seal the layers of sludge and loam by rammers. After compaction, the operation is repeated. Compaction of soil layers is proposed to be carried out at optimum humidity. In comparison with similar known methods, this method provides the following advantages: low cost of manufacture due to the use of a waterproof layer of soil as the bottom of the structure; high water resistance – W12; high compressive strength; environmental safety and durability.

Keywords: soil cement, removal ash, soil protection, groundwater protection, sludge barns.

References

1. Tymofieieva, K. A. (2014). Laboratory experiments of the drilled cuttings components on the soilcement physical and mechanical characteristics. *Zbirnyk naukovykh prats (haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo)*, 1 (40), 259–267. Available at: <https://znp.nupp.edu.ua/files/archive/ua/34.pdf>
2. *Zvit po inventaryzatsii vykydiv zabrudniuuchykh rechovyh na UKPH Pereshchepynskoho NHKR AT «Ukrhazvydobuvannia» filii HPU «Shebelynkahazvydobuvannia»*. (2017). Pereshchepyne.
3. Bochkarev, G. B., Anderson, B. A., Sharipov, A. U., Galimov, D. A., Rudakov, S. D. (1990). *Pat. No. SU 1778130. Sposob gidroizolyatsii shlamovogo ambara*. No. 4866716; zayavl. 02.07.1990; opubl. 30.11.1992, Bul. No. 44. Available at: <https://patents.su/3-1778130-sposob-gidroizolyatsii-shlamovogo-ambara.html>
4. *Zvit pro NDR «Utochneni proekt promyslovoi rozrobky hazokon-densatnykh pokladiv Pereshchepynskoho NHKR»*. (2017). Kharkiv.
5. Zotsenko, M., Mykhailovska, O., Shirinzade, I., Lartseva, I. (2021). Influence of Fly Ash Additives on Strength Characteristics of Soil–Cement as a Material for Waste Storage Construction. *Proceedings of the 3rd International Conference on Building Innovations*, 457–464. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-85043-2_43
6. Petrash, A., Petrash, R., Petrash, S. (2014). Brown mixing technology for the manufacture of foundations for social housing. *Visnyk Donbaskoi natsionalnoi akademii budivnytstva i arkhitektury*, 4, 67–70. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdnaba_2014_4_21
7. Lartseva, I. I., Rozhovskaya, L. I. (2012). Building facilities mining and processing plant on the soils, enshrined using of boring and mixing technology. *Zbirnyk naukovykh prats (haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo)*, 1 (4), 165–170. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb_2012_4%281%29_24
8. Zotsenko, N. L., Vynnykov, Yu. L., Zotsenko, V. N. (2016). *Soil-cement piles by drilling-mixing technology*. Kharkiv: Madrid Edition, 94. Available at: http://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/2062/1/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F_%D0%9D_%D0%9B_10_07_15.pdf
9. Larsson, S. (2003). *Mixing processes for ground improvement by deep mixing*. Stockholm: Royal Institute of Technology. Available at: <https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/svenskdjupstabilisering/sd-r12.pdf>
10. Marchenko, V., Nesterenko, T. (2014). Influence of vibration time during preparation soil-cement piles on their bearing capacity. *Conference reports materials «Problems of energy saving and nature use 2013»*. Budapest, 78–83.

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260877

RESEARCH OF CONSUMER PROPERTIES OF ORGANIC OILS

pages 31–35

Alina Tkachenko, PhD, Associate Professor, Department of Commodity Research, Biotechnology, Examination and Customs, Poltava University of Economics and Trade, Poltava, Ukraine, e-mail: alina_biaf@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5521-3327>

The object of the work is organic cold-pressed oils: sea buckthorn oil, amaranth oil, sesame oil. In the work, consumer properties of vegetable oils were studied: organoleptic characteristics, peroxide value, fatty acid composition. Among the organoleptic indicators, transparency, smell, color and the presence of sediment were studied. To determine the smell, the oil was applied in a thin layer on a glass plate. In order to study the color, the oil was poured into a glass with a layer of 50 mm and examined in transmitted and reflected light on a white background. Determination of transparency was carried out in the cylinder after settling at a temperature of 20 °C for 24 hours. To detect sediment in the settled oil, the number of divisions in the lower part of the cylinder occupied by oil sediment was noted. All organoleptic characteristics correspond to the limits of the norm. All samples are transparent, do not contain sediment and foreign odors. The color is inherent in each type of oil. In all samples, the peroxide number was studied. The amount of peroxides was determined by the iodometric method. In sea buckthorn oil, the peroxide number is 4.6 1/20 mmol/kg, sesame – 4.8 1/20 mmol/kg, amaranth – 4.3 1/20 mmol/kg. The indicated indicators correspond to the norm. The fatty acid composition of the oil was determined by gas chromatography on an HP 6890 gas chromatograph (Agilent, USA). The content of meristic, palmitic, stearic, oleic, linoleic and linolenic acids was studied in oils. Oleic acid (18:1 ω -9) is found in the largest amount in sesame oil (29.29 %). The content of linolenic acid (18:2 ω -6) is the highest in amaranth oil (49.29 %). The content of linoleic acid (18:3 ω -3) is the highest in sea buckthorn oil (19.28 %). Further research is planned to be devoted to the effect of vegetable organic oils on the lipid fraction of flour products.

Keywords: organic vegetable oils, sea buckthorn oil, sesame oil, amaranth oil, peroxide number, fatty acid composition.

References

- Cherepanova, N. O. (2012). Infrastrukturne zabezpechennya rynku roslynnoyi oliyi v Ukrayini i suchasni tendentsiyi yoho rozvytku. *Visnyk sotsial'no-ekonomichnykh doslidzhen' ONEU*, 2 (45), 393–387.
- Hlobal'nyy rynek roslynnykh oliy. (2021). *Ahrobiznes s'ohodni*. Available at: <http://agro-business.com.ua/agro/ekonomichny-hektar/item/23883-hlobalnyi-rynok-roslynnykh-olii.html>
- Willer, H., Travnicek, J., Schlatter, B. (2020). Current status of organic oilseeds worldwide – Statistical update. *OCL*, 27, 62. doi: <https://doi.org/10.1051/ocl/2020048>
- Chyryva, O. H., Poberezhets, N. B. (2019). *Rozvytok rynku oliynykh kul'tur Ukrainy: problemy ta perspektivy*. Uman: Vizavi, 198.
- Marchyshyn, S., Basaraba, R., Berdey, T. (2017). Investigation of phenolic compounds of *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. Herb. *The Pharma Innovation Journal*, 6 (8), 09–11.
- Tkachenko, A., Birta, G., Burgu, Y., Floka, L., Kalashnik, O. (2018). Substantiation of the development of formulations for organic cupcakes with an elevated protein content. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (11 (93)), 51–58. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.133705>
- Tkachenko, A. (2022). Scientific and practical rationale for the use of organic oils to improve the fatty acid composition of cookies. *Science Bulletin of Poltava University of Economics and Trade. Series «Technical Sciences»*, 1, 30–34. doi: <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2021-1-5>
- Gyrych, S., Loyanych, G. (2018). Modern views on consumer preferences and problems of safety of vegetable oils. *Intellect XXI*, 5, 37–41.
- Yang, B., Kallio, H. (2002). Composition and physiological effects of sea buckthorn (*Hippophae*) lipids. *Trends in Food Science and Technology*, 13 (5), 160–167. doi: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(02\)00136-X](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(02)00136-X)
- Sankar, D., Sambandam, G., Ramakrishna Rao, M., Pugalandi, K. V. (2005). Modulation of blood pressure, lipid profiles and redox status in hypertensive patients taking different edible oils. *Clinica Chimica Acta*, 355 (1–2), 97–104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cccn.2004.12.009>
- Nosratpour, M., Farhoosh, R., Sharif, A. (2017). Quantitative Indices of the Oxidizability of Fatty Acid Compositions. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119 (12), 1700203. doi: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201700203>
- Sen, M., Bhattacharyya, D. K. (2001). Nutritional Quality of Sesame Seed Protein Fraction Extracted with Isopropanol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (5), 2641–2646. doi: <https://doi.org/10.1021/jf001004q>
- Oseyko, M. I., Kishchenko, V. A., Levchuk, I. V. (2008). Innovatsiyni tekhnolohiyi ta bezpechnist' oliyezhyrovoyi produktsiyi. *Kharchova i pererobna promyslovist'*, 3 (343), 22–24.
- Oseyko, M. I. (2009). Systema KTIOL: innovatsiyni tekhnolohiyi kharchuvannya v ozdorovlenni osobystosti. *Tezy dopovidey Mizhnarodnoyi naukovopraktychnoyi konferentsiyi «Prohresychna tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstva, restoranno ho ta hotel'no ho hospodarstvo i torhivli»*, 20 May 2009. Part 1. Kharkiv: KHDUKHT, 146–147.
- Soucek, M. D., Khattab, T., Wu, J. (2012). Review of autoxidation and driers. *Progress in Organic Coatings*, 73 (4), 435–454. doi: <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2011.08.021>
- Casado, U., Marcovich, N. E., Aranguren, M. I., Mosiewicki, M. A. (2009). High-strength composites based on tung oil polyurethane and wood flour: Effect of the filler concentration on the mechanical properties. *Polymer Engineering & Science*, 49 (4), 713–721. doi: <https://doi.org/10.1002/pen.21315>
- Rubilar, M., Gutiérrez, C., Verdugo, M., Shene, C., Sineiro, J. (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. *Journal of soil science and plant nutrition*, 10 (3), 373–377. doi: <https://doi.org/10.4067/s0718-95162010000100010>
- Tkachenko, A. S. (2015). Polipshennya zhyrnokyslotnoho skladu tsukrovoho pechyva za rakhunok vykorystannya netradytsiynykh oliy. *Visnyk LKA. Seriya tovaroznavcha*, 15, 114–119.
- Levchuk, I. V., Kishchenko, V. A., Tymchenko, V. K., Kunytsya, K. V. (2015). Amarantova oliya – yakist' ta bezpechnist' shchodo vykorystannya yak biolohichno aktyvnoyi dobavky. *Intehrovani tekhnolohiyi ta enerhozberezhennya*, 2, 74–80.

20. Min, D. B., Bradley, G. D. (1992). Fats and Oils: Flavours. In *Wiley Encyclopaedia of Food Science and Technology*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
21. Scortichini, S., Boarelli, M. C., Castello, M., Chiavarini, F., Gabrielli, S., Marcantoni, E., Fiorini, D. (2020). Development and application of a solid-phase microextraction gas chromatography mass spectrometry method for analysing volatile organic compounds produced during cooking. *Journal of Mass Spectrometry*, *e4534*. doi: <https://doi.org/10.1002/jms.4534>
22. Shemanska, Ye. I., Radziievska, I. H., Babenko, V. I. (2011). *Zahalni tekhnolohii kharchovoi promyslovosti: Tekhnolohiia zhyriv i zhyrozamimnykiv. Metodychni rekomendaciyi laboratornykh robot*. Kyiv, NUKhT, 43.
23. Tavakoli, J., Emadi, T., Hashemi, S. M. B., Mousavi Khaneghah, A., Munekata, P. E. S., Lorenzo, J. M., Brnčić, M., Barba, F. J. (2018). Chemical properties and oxidative stability of Arjan (*Amygdalus reuteri*) kernel oil as emerging edible oil. *Food Research International*, *107*, 378–384. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.02.002>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260198

STUDY ON THE EFFECT OF ANTIOXIDANTS ON THE QUALITY AND ANTIOXIDANTS CAPACITY OF DUCK SAUSAGES

pages 36–42

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

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

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

Areca taro is a plant of the Araceae family, which is rich in starch and dietary fiber. Taro is boiled and mashed to make a paste, which is called taro paste. The fat content of duck sausages is high, and the nutritional composition of sausages can be improved by adding taro puree and provide the special aroma of taro in the sausages. Thus, the research object is duck sausage with taro paste.

This study aimed to improve the quality and prevent oxidation of duck sausage with taro paste by adding ginger juice, onion juice and sodium erythorbate as safe antioxidants. The quality characteristics of sausages were evaluated by analyzing the cooking loss, colour, texture and sensory changes, and the optimal amount of antioxidants was obtained by analyzing the acid value, TBARS value, and DPPH free radical scavenging rate.

The research results show that adding D-sodium erythorbate to duck sausage can significantly reduce the hardness of the sausage, maintain the elasticity of the sausage, and effectively slow down the pH value of the sausage during the oxidation process. The water retention and oil retention of duck sausage maintain the brightness value of the sausage. The sausage with D-sodium erythorbate has better antioxidant capacity. The acid value and TBARS value of

the sausage added with D-sodium erythorbate at 18 h were significantly lower than those of the control group ($P < 0.05$), and the DPPH was significantly increased.

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

Keywords: Areca taro, taro paste, duck sausages, sausage quality, antioxidants.

References

1. Choi, Y.-S., Kim, H.-W., Hwang, K.-E., Song, D.-H., Jeong, T.-J., Kim, Y.-B. et. al. (2015). Effects of fat levels and rice bran fiber on the chemical, textural, and sensory properties of frankfurters. *Food Science and Biotechnology*, *24* (2), 489–495. doi: <http://doi.org/10.1007/s10068-015-0064-5>
2. Zaini, H. B. M., Sintang, M. D. B., Pindi, W. (2020). The roles of banana peel powders to alter technological functionality, sensory and nutritional quality of chicken sausage. *Food Science & Nutrition*, *8* (10), 5497–5507. doi: <http://doi.org/10.1002/fsn3.1847>
3. Sun, D. Y., Shang, F. F., Pan, Z. T., Xie, Y. H., Liu, Y. (2020). Influence on the effect of electron beam irradiation on Bin-LangYu storage. *Journal of food and machinery*, *4* (8), 135–140. doi: <http://doi.org/10.13652/j.issn.1003-5788.2020.08.024>
4. Xu, H. J., Zhou, B. (2022). Research progress on oxidation control methods of meat and meat products. *Preservation and Processing*, *22* (3), 111–120. Available at: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?FileName=BXJG202203016&DbName=CJFQ2022>
5. Sun, W., Zhou, F., Sun, D.-W., Zhao, M. (2012). Effect of Oxidation on the Emulsifying Properties of Myofibrillar Proteins. *Food and Bioprocess Technology*, *6* (7), 1703–1712. doi: <http://doi.org/10.1007/s11947-012-0823-8>
6. Qing, M. M., Chen, P., Zang, J. N. (2021). Effects of compound antioxidant on quality of frozen yellow Croaker Fillet. *Preservation and Processing*, *21* (2), 13–19. doi: <http://doi.org/110.3969/j.issn.1009-6221.2021.02.003>
7. Shang, X. L., Chen, Z. X., Shan, X. T., Li, Y., Liu, Y. Y. (2020). Effects of sodium d-isoascorbate on lipid and protein oxidation in salami. *Food research and development*, *41* (6), 38–42. Available at: <https://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?FileName=SPYK202006010&DbName=CJFQ2020>
8. Yang, Y. F., Luo, M. N., Hu, Q. H. et. al. (2022). Comparative analysis of three methods for accelerated lipid oxidation. *Food Science*, *43* (6), 337–346.
9. Jiang, S., Niu, H. L., Liu, Q. et. al. (2018). Effect of curdlan and water addition on quality characteristics of frankfurters. *Food Science*, *39* (14), 57–66. doi: <http://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-201814009>
10. Chen, Y. C., Jiang, S., Cao, C. A., Chen, J. X., Kong, B. H., Liu, Q. (2019). Evaluation of the Quality of Frankfurters Prepared with Highly Stable Vegetable Oil-in-Water Pre-Emulsion as a Partial Replacer of Pork Back Fat. *Food Science*, *40*, 86–93. doi: <http://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20180906-060>
11. Li, Y. L., Luo, C., Fan, Y. L., Ju, N. (2016). Study on antioxidant effect of extracts of shallot on mutton sausage. *Food research and development*, *37* (9), 6–10. doi: <http://doi.org/10.3969/j.issn.1005-6521.2016.09.002>
12. Kandi, S., Charles, A. L. (2019). Statistical comparative study between the conventional DPPH spectrophotometric and dropping DPPH analytical method without spectrophotometer: Evaluation for the advancement of antioxidant activity analysis. *Food Chemistry*, *287*, 338–345. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.110>

13. Wang, Y., Jia, J., Ren, X., Li, B., Zhang, Q. (2018). Extraction, preliminary characterization and in vitro antioxidant activity of polysaccharides from *Oudemansiella radicata* mushroom. *International Journal of Biological Macromolecules*, 120, 1760–1769. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.209>

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260149

OPTIMIZATION OF HEAT-MOISTURE TREATMENT ON POTATO STARCH AND STUDY ON ITS PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES

pages 43–49

Chunli Deng, Postgraduate Student, Department of Food Technology, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine; Assistant, College of Food and Biological Engineering, Hezhou University, Hezhou, China, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1116-7407>

Oksana Melnyk, PhD, Associate Professor, Department of Food Technology, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9201-7955>

Yanghe Luo, PhD, Professor, Institute of Food Science and Engineering Technology, Hezhou University, Hezhou, China, e-mail: luoyanghe@tsinghua.org.cn, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2705-1505>

The object of research is the technology of modified potato starch obtained by heat-moisture treatment. Heat-moisture treatment (HMT) of starch is a hydrothermal treatment technique to modify their functional properties. Setback viscosity of potato starch gelatinization characteristic is the key factor that influences the quality of potato starch noodle. In order to obtain a green, safe and highly efficient potato starch product for vermicelli production, this study take setback viscosity as response value, a Box-Behnken model was established on the basis of single factor experiment results to optimize the modify technique. A response surface analysis was used to investigate the effects of moisture content of starch, heat-moisture treatment temperature and heat-moisture treatment time on setback viscosity of heat-moisture treatment modified potato starch. The viscosity properties, textural properties and retrogradation characteristics of HMT starch gel were estimated.

The results of response surface methodology showed the optimal parameters of HMT were that moisture content of potato starch was 23.56 %, heat-moisture treatment temperature was 90 °C, and heat-moisture treatment time was 1.5 h. Under such conditions, setback viscosity of heat-moisture treatment modified potato starch (HMTS) paste was 3677 cP, which was higher than native starch (496 cP) obviously, indicating that the gel strength and hardness of potato starch was improved significantly. Compared with native potato starch (NS), HMTS had lower peak viscosity (2966 cP), lower hold viscosity (2882 cP) and lower breakdown viscosity (84.50 cP), but higher paste temperature (71.08 °C), higher final viscosity (6559 cP) and setback viscosity (3677 cP). The results of retrogradation was consistent with the viscosity properties, all of which indicating that potato starch modified by heat-moisture treatment was more prone to retrogradation. TPA tests demonstrated that HMT can enhance the textural properties of starch gel. Compared

with native starch (NS) gel, the hardness, cohesiveness, gumminess, chewiness and resilience of heat-moisture treatment starch (HMTS) gel were increased significantly, and there was no significant difference in springiness. Compared with native starch gel, heat-moisture treatment starch gel had better functional properties.

Keywords: heat-moisture treatment (HMT), setback viscosity, textural properties, viscosity properties, retrogradation, native potato starch.

References

- Jambrak, A. R., Herceg, Z., Šubarić, D., Babić, J., Brnčić, M., Brnčić, S. R., Bosiljkov, T. et. al. (2010). Ultrasound effect on physical properties of corn starch. *Carbohydrate Polymers*, 79 (1), 91–100. doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2009.07.051>
- Miao, M., Li, R., Huang, C., Ye, F., Jiang, B., Zhang, T. (2015). Structural modification and characterisation of a sugary maize soluble starch particle after double enzyme treatment. *Carbohydrate Polymers*, 122, 101–107. doi: <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.12.078>
- Sui, Z., Yao, T., Zhao, Y., Ye, X., Kong, X., Ai, L. (2015). Effects of heat-moisture treatment reaction conditions on the physicochemical and structural properties of maize starch: Moisture and length of heating. *Food Chemistry*, 173, 1125–1132. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.021>
- Yadav, B. S., Guleria, P., Yadav, R. B. (2013). Hydrothermal modification of Indian water chestnut starch: Influence of heat-moisture treatment and annealing on the physicochemical, gelatinization and pasting characteristics. *LWT – Food Science and Technology*, 53 (1), 211–217. doi: <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.007>
- Vamadevan, V., Hoover, R., Bertoft, E., Seetharaman, K. (2014). Hydrothermal treatment and iodine binding provide insights into the organization of glucan chains within the semi-crystalline lamellae of corn starch granules. *Biopolymers*, 101 (8), 871–885. doi: <http://doi.org/10.1002/bip.22468>
- Wang, H., Ding, J., Xiao, N., Liu, X., Zhang, Y., Zhang, H. (2020). Insights into the hierarchical structure and digestibility of starch in heat-moisture treated adlay seeds. *Food Chemistry*, 318, 126489. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126489>
- Chung, H.-J., Cho, A., Lim, S.-T. (2012). Effect of heat-moisture treatment for utilization of germinated brown rice in wheat noodle. *LWT*, 47 (2), 342–347. doi: <http://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.029>
- Yoenyongbuddhagal, S., Noomhorm, A. (2002). Effect of Physicochemical Properties of High-Amylose Thai Rice Flours on Vermicelli Quality. *Cereal Chemistry Journal*, 79 (4), 481–485. doi: <http://doi.org/10.1094/cchem.2002.79.4.481>
- Tang, L., Zhang, J., Li, Y. P., Liao, L. Y. (2019). Effects of heat moisture treatment on the properties of rice flour and its noodles at different moisture contents. *Hunan Agricultural Sciences*, 2, 85–88. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFD-TOTAL-HNNK201902025.htm>
- Tan, H. Z., Tan, B., Liu, M., Tian, X. H., Gu, W. Y. (2009). Relationship between properties of sweet potato starch and qualities of sweet potato starch noodles. *Transactions of the CSAE*, 25 (4), 286–292. Available at: <http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-NYGU200904056.htm>
- Deng, C. L., Melnyk, O., Luo, Y. H. (2021). The effect of heat-moisture treatment conditions on the structure properties and functionalities of potato starch. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15, 824–834. doi: <http://doi.org/10.5219/1647>
- Sui, Z., Yao, T., Zhao, Y., Ye, X., Kong, X., Ai, L. (2015). Effects of heat-moisture treatment reaction conditions on the physicochemical and structural properties of maize starch: Moisture and

- length of heating. *Food Chemistry*, 173, 1125–1132. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.11.021>
13. Irani, M., Razavi, S. M. A., Abdel-Aal, E.-S. M., Hucl, P., Patterson, C. A. (2019). Viscoelastic and textural properties of canary seed starch gels in comparison with wheat starch gel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 124, 270–281. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.11.216>
 14. Zavareze, E. da R., Dias, A. R. G. (2011). Impact of heat-moisture treatment and annealing in starches: A review. *Carbohydrate Polymers*, 83 (2), 317–328. doi: <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.08.064>
 15. Miu, M. (2009). *Research on the characteristics of slow digestion starch and its formation mechanism*. Jiangnan University. Available at: <https://cdmd.cnki.com.cn/article/cdmd-10295-2009250273.htm>
 16. Li, S. L., Deng, X. C., Gao, Q. Y. (2021). Preparation and characteristic analysis of particle type resistance starch. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 27 (5), 385–391. Available at: <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-NYGU201105068.htm>
 17. Kennedy, J. F., Panesar, P. S. (2005). Starch in food: structure, functions and applications. *Carbohydrate Polymers*, 61 (3), 383–384. doi: <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2005.05.006>
 18. Zhu, F., Mojel, R., Li, G. (2018). Physicochemical properties of black pepper (*Piper nigrum*) starch. *Carbohydrate Polymers*, 181, 986–993. doi: <http://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.11.051>
 19. Karim, A. A., Nadiha, M. Z., Chen, F. K., Phuah, Y. P., Chui, Y. M., Fazilah, A. (2008). Pasting and retrogradation properties of alkali-treated sago (*Metroxylon sagu*) starch. *Food Hydrocolloids*, 22 (6), 1044–1053. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.05.011>
 20. Liao, L. Y., Wu, W. G. (2014). Relationship between gelatinization and gel properties of different starch and their noodles. *Transaction of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 30 (15), 332–338. Available at: <https://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTOTAL-NYGU201415042.htm>
 21. Choi, S. G., Kerr, W. L. (2003). Water mobility and textural properties of native and hydroxypropylated wheat starch gels. *Carbohydrate Polymers*, 51 (1), 1–8. doi: [http://doi.org/10.1016/S0144-8617\(02\)00083-8](http://doi.org/10.1016/S0144-8617(02)00083-8)
 22. Teng, L. Y., Chin, N. L., Yusof, Y. A. (2013). Rheological and textural studies of fresh and freeze-thawed native sago starch-sugar gels. II. Comparisons with other starch sources and reheating effects. *Food Hydrocolloids*, 31 (2), 156–165. doi: <http://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2012.11.002>
 23. Bourne, M. C. (2002). *Food Texture and Viscosity. Chapter 1 – Texture, Viscosity, and Food*. London: Academic Press, 1–32. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-012119062-0/50001-2>
 24. Farahnaky, A., Azizi, R., Majzoobi, M., Mesbahi, G., Maftoonazad, N. (2013). Using power ultrasound for cold gelation of kappa-carrageenan in presence of sodium ions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 20, 173–181. doi: <http://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.06.002>
 25. Zhang, Y., Zhang, K. Y., Zhang, G. Z. (2019). Research Progress on Starch Retrogradation Process Mechanism and Application of Starch Anti- retrogradation Agent. *Science and Technology of Food Industry*, 40 (13), 316–321. doi: <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2019.13.053>

**CHEMICAL AND TECHNOLOGICAL SYSTEMS**

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.259066

РОЗГЛЯД МОЖЛИВОСТІ БАГАТОМАСШТАБНОГО ПЛАЗМО-ХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА НАНОКРЕМНІЮ ДЛЯ ЛІТІЙ-ІОННИХ БАТАРЕЙ сторінки 6–14

Петров С. В., Бондаренко С. Г., Koichi Sato

Об'єктом дослідження є процес одержання кремнієвих наноматеріалів для літій-іонних акумуляторних батарей накопичувачів енергії, а предметом дослідження – технологія газофазного плазмохімічного синтезу для виробництва Si-наночастинок.

У ході дослідження використовувалися методи чисельного моделювання, що дозволило визначити параметри температурних полів, швидкостей та концентрацій. Для дослідження процесів синтезу нанопорошків розроблено плазмовий реактор з електродуговим плазмотроном лінійної схеми та з використанням аргон-водневої суміші в якості плазмоутворюючого газу. Для аналізу впливу зовнішнього магнітного поля на управління параметрами плазмового струменя була проведена серія експериментів з використанням електродугового плазмотрона на плазмових лабораторних установках потужністю в 30 і 150 кВт.

Проведено дослідження впливу магнітного поля на процес формування та випаровування газопорошкового потоку в струмені плазми шляхом визначення конфігурації, геометричних розмірів та структури початкової ділянки струменя. При цьому дисперсний матеріал – кремнієвий порошок подавався на зріз сопла плазмотрона за радіальною схемою. Отримано експериментальне підтвердження явища подовження високотемпературної початкової ділянки плазмового струменя в подовженому магнітному полі. Результати експериментів свідчать, що створення периферійної газової зависі істотно змінює характеристики тепло- і масообміну в реакторі. Слід очікувати, що з оптимізації можна виключити осадження частинок нанокремнію на стінки реактора та забезпечити умови безперервної роботи. Вивчено вплив двофазної течії, теплообміну та масового потоку наночастинок, у тому числі на поверхню плазмового реактора з обмеженим струменевим перебігом у процесах одержання нанопорошків кремнію. Це дозволило скоригувати ряд технологічних параметрів процесу конструктивного оформлення процесів плазмового синтезу нанопорошків.

Отримані закономірності можуть бути використані для конструктивно-технологічного оформлення під час створення та освоєння пілотної установки для високопродуктивного виробництва нанокремнієвих порошків.

Ключові слова: плазмохімічний синтез, плазмовий реактор, нанокремній, кремнієвий електрод, літій-іонний акумулятор, чисельне моделювання.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260337

ЗАСТОСУВАННЯ РІЗНОВИДІВ ТЕХНОГЕННОЇ СИРОВИНИ В ТЕХНОЛОГІЇ ЦЕМЕНТУ сторінки 15–21

Дорогань Н. О., Варшавець П. Г., Черняк Л. П., Шкирук О. М.

Досліджено можливість виготовлення мінерального в'язучого матеріалу з використанням багатотоннажних відходів інших виробництв. Об'єктом дослідження є суміші для виготовлення цементного клінкеру на основі систем крейда – глина – скоп виробництва паперу та крейда – глина – лузга переробки рису. При цьому вирішувались актуальні задачі розвитку сировинної бази виробництва цементу та ресурсозбереження. Розробка нових вихідних сумішей проведена з урахуванням особливостей хіміко-мінералогічного складу різновидів техногенної сировини. За хімічним складом рисова лузга характеризується вмістом 15,6 мас. % SiO₂ при великому кількісному співвідношенні SiO₂:Al₂O₃=65,2 та малою кількістю лужноземельних і лужних оксидів. Скоп відрізняється від лузги більшою кількістю CaO (25,8 мас. %), меншим вмістом SiO₂ при кількісному співвідношенні SiO₂:Al₂O₃=1,3. При цьому мають місце кількісні співвідношення оксидів CaO:SiO₂=2,5, CaO:Al₂O₃=3,3, CaO:SiO₂:Al₂O₃=3,3:1,4:1, що визначають вірогідні фазові перетворення при випалі. Основним пороудоутворюючим мінералом рисової лузги є аморфний кремнезем; скоп відзначається наявністю кристалічних фаз кальциту, кварцу, каолініту. Аналіз можливого вмісту досліджуваних відходів і визначення складів сировинних сумішей проведено із застосуванням комп'ютерної програми «Клінкер». Аналіз комп'ютерних розрахунків та експериментів свідчить про можливість зменшення на 11–16 мас. % витрат природної сировини у складі сумішей для виготовлення клінкеру у порівнянні з відомим виробничим складом. За даними рентгенофазового аналізу встановлено особливості розвитку кристалічних фаз при випалі сумішей з застосуванням різновидів техногенної сировини на максимальну температуру 1400 °С. За даними технологічних тестувань визначено відмінності показників в'язучих властивостей – термінів тужавлення цементу при застосуванні в складі сировинних сумішей рисової лузги та паперового скопу.

Ключові слова: багатотоннажні відходи, мінеральне в'язуче, рисова лузга, паперовий скоп, сировинна суміш, кристалічні фази.

ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.259724

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА АТМОСФЕРУ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА ПРИКЛАДІ ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ТЕПЛОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ сторінки 22–25

Макаренко Д. М.

Тепло- і енергоспоживання на даний момент є одним з найбільшим забрудників навколишнього середовища. Перш за все, це виражається в збільшенні забруднення атмосферного повітря, незадовільній якості питної води, забрудненні ґрунтів і накопиченні деяких видів відходів. Для зниження шкідливого впливу на довкілля необхідно вирішувати питання щодо найефективнішого очищення та нормування викидів та розрахунків гранично допустимих викидів. Тому об'єктом дослідження є вплив промислового підприємства

на довкілля. Одним із джерел забруднення навколишнього природного середовища є тепловиробничі підприємства, до яких належить Придніпровська теплоелектростанція (Дніпро, Україна).

Дослідження направлено на проведення оцінки впливу Придніпровської теплоелектростанції (ТЕС) на навколишнє середовище та розробку пропозицій щодо впровадження відповідних природоохоронних заходів. Як і більшість промислових підприємств, Придніпровська ТЕС є джерелом виникнення твердих відходів, забруднених зливів та газоподібних викидів в атмосферу. Через те, що підприємство знаходиться у межах міста, відповідні вимоги щодо охорони навколишнього середовища до нього є підвищеними. Господарська діяльність підприємства супроводжується виконанням вимог щодо раціонального використання природних ресурсів, екологічної безпеки, планування заходів щодо охорони навколишнього середовища та охорони здоров'я населення.

У роботі було проведено оцінку впливу Придніпровської теплоелектростанції на навколишнє середовище та дана характеристика району розміщення підприємства. Аналіз цих даних дозволяє надати рекомендації щодо вибору типу очисних споруд та вимог, що пред'являються до них.

В результаті виконання досліджень можна зробити висновок, що перевищення приземної концентрації по основних речовинах, що викидаються, не зафіксовано. В подальшому дослідження викидів від Придніпровської ТЕС може бути проведено інших шкідливих речовин, що викидаються, а також після проведення робіт із модернізації очисного обладнання.

Ключові слова: викиди промислових об'єктів, забруднення атмосферного повітря, системи очищення, забруднення довкілля, навколишнє середовище.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260548

РОЗРОБКА СПОСОБУ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ НАФТОГАЗОВОЇ ГАЛУЗІ НА ПЕРЕЩЕПИНЬСЬКОМУ РОДОВИЩІ (УКРАЇНА) сторінки 26–30

Михайловська О. В., Зоценко М. Л., Кулик В. В.

Об'єктом дослідження є технологічні рішення спорудження шламових амбарів на Перещепинському родовищі (Україна). Одним з найбільш проблемних місць є відсутність надійної ізоляції шламових амбарів та сховищ.

В ході дослідження використовувався екран по типу «стіна в ґрунті» з елементів з ґрунтоцементу, що перешкоджає фільтрації водної фази. Екран споруджувався монолітним. Пропонується відтань між центрами зависи влаштувати такою, що дорівнює 0,8 діаметру елемента. Елементи із ґрунтоцементу запропоновано виготовити за бурозмішувальним методом. Після 28 діб (твердіння елементів) на ділянці сховища відходів виконано виїмання до 60 % ґрунту. Це пов'язано з тим, що запропонований метод влаштування сховища відходів має ряд особливостей, а саме те, що з часом міцність та проникність водної фази ґрунтоцементу збільшуються; наповнення сховища відходами буріння запропоновано робити після тужавіння огорожуючих елементів. Для того, щоб ґрунт мав відповідну вологість 4–5 % його пропонується висушити на відкритому повітрі. Пропонується над відвалом ґрунту збудувати покриття. Якщо не отримано оптимальної вологості суміші після висушування та змішування відходів із ґрунтом пропонується додати осушуючу добавку (золу винесення Миколаївської теплоелектростанції). Кількість добавки дорівнює від 1,5 до 3 % залежно від виду ґрунту. Далі запропоновано здійснення ущільнення шарів шламу та сулінку трамбівками. Після ущільнення операції повторюють. Ущільнення шарів ґрунту запропоновано здійснювати при оптимальній вологості з метою отримання максимального коефіцієнту ущільнення та розміщення у сховищі максимальної кількості відходів. У порівнянні з аналогічними відомими способами цей метод забезпечує такі переваги: низька вартість виготовлення за рахунок використання водотривкого шару ґрунту в якості днища споруди; висока водонепроникність – W12; висока міцність на стиск; екологічна безпечність та довговічність.

Ключові слова: ґрунтоцемент, зола винесення, захист ґрунту, захист ґрунтових вод, шламові амбари.

FOOD PRODUCTION TECHNOLOGY

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260877

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОРГАНІЧНИХ ОЛІЙ сторінки 31–35

Ткаченко А. С.

Об'єктом роботи є олії органічні холодного віджиму: олія обліпихова, олія амарантова, олія кунжутна. У роботі досліджено споживні властивості олій рослинних: органолептичні характеристики, значення пероксидного числа, жирнокислотний склад. Серед органолептичних показників досліджено прозорість, запах, колір та наявність осаду. Для визначення запаху олію наносили тонким шаром на скляну пластинку. З метою дослідження кольору олію наливали у склянку шаром 50 мм і розглядали у прохідному та відбитому світлі на білому фоні. Визначення прозорості здійснювалося у циліндрі після відстоювання при температурі 20 °C протягом 24 годин. Для виявлення осаду у відстоюній олії відзначали кількість поділок у нижній частині циліндра, зайнятих осадом олії. Всі органолептичні показники відповідають межах норми. Всі зразки олії прозорі, не містять осаду та сторонніх запахів. Колір притаманний кожному виду олії. У всіх зразках досліджено показник пероксидного числа. Кількість пероксидів визначали йодометричним методом. У обліпиховій олії пероксидне число становить 4,6 1/2O ммоль/кг, кунжутної – 4,8 1/2O ммоль/кг, амарантової – 4,3 1/2O ммоль/кг. Зазначені показники відповідають нормі. Жирнокислотний склад олії визначали методом газової хроматографії на газовому хроматографі HP 6890 (Agilent, США). В оліях досліджено вміст міристинової, пальмітинової, стеаринової, олеїнової, лінолевої та ліноленової кислот. Олеїнова кислота (18:1ω–9) у найбільшій кількості міститься у кунжутній олії (29,29 %). Вміст ліноленової кислоти (18:2–6) є найвищим у амарантовій олії (49,29 %). Вміст лінолевої кислоти (18:3ω–3) є найбільшим у обліпиховій олії (19,28 %). Подальші дослідження планується присвятити впливу рослинних органічних олій на ліпідну фракцію борошняних виробів.

Ключові слова: органічні рослинні олії, олія обліпихова, олія кунжутна, олія амарантова, пероксидне число, жирнокислотний склад.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260198

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ АНТИОКСИДАНТІВ НА ЯКІСТЬ ТА АНТИОКСИДАНТНУ ЗДАТНІСТЬ КАЧИННИХ КОВБАС сторінки 36–42

Feifei Shang, Крижська Т. А., Zhenhua Duan

Арека таро – це рослина родини Ароїдних, яка багата крохмалем і харчовими волокнами. Таро варять і розтирають, щоб отримати пасту, яка називається пастою таро. Жирність качинних ковбас висока і щоб покращити поживний склад ковбас додають пюре таро, яке надає ковбасам особливий аромат таро. Отже, об'єкт дослідження є качина ковбаса з пастою таро.

Це дослідження спрямоване на підвищення якості та запобігання окислення качиною ковбасою з пастою таро шляхом додавання соку імбиру, соку цибулі та ериторбату натрію як безпечних антиоксидантів. Якісні характеристики ковбас оцінювали шляхом аналізу втрат при термічній обробці, кольору, текстури та сенсорних змін, а оптимальну кількість антиоксидантів отримували шляхом аналізу кислотного числа, значення TBARS та швидкості поглинання вільних радикалів DPPH.

Результати досліджень показують, що додавання D-ериторбату натрію до качиною ковбаси може значно знизити твердість ковбаси, зберегти її еластичність та ефективно сповільнити значення рН ковбаси в процесі окислення. Наявність води та олії в качиній ковбасі підтримує значення яскравості ковбаси. Ковбаса з D-ериторбатом натрію має кращу антиоксидантну здатність. Кислотне число та значення TBARS ковбаси, в яку добавили D-ериторбат натрію через 18 год, були значно нижчими, ніж у контрольній групі ($P < 0,05$), при цьому DPPH значно підвищився.

Ця технологія може забезпечити підтримку даних і довідку для харчових компаній. У майбутньому паста таро буде широко використовуватися як харчові інгредієнти.

Ключові слова: Арека таро, паста таро, качині ковбаси, якість ковбас, антиоксиданти.

DOI: 10.15587/2706-5448.2022.260149

ОПТИМІЗАЦІЯ ВОЛОГОТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ КАРТОПЛЯНОГО КРОХМАЛЮ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ сторінки 43–49

Chunli Deng, Мельник О. Ю., Yanghe Luo

Об'єктом дослідження є технологія модифікованого картопляного крохмалю, отриманого шляхом вологотермічного оброблення. Вологотермічне оброблення (НМТ) крохмалю є методом гідротермічної обробки для зміни його функціональних властивостей. Знижена в'язкість крохмального клейстеру модифікованого картопляного крохмалю є ключовим фактором, який впливає на якість макаронів, виготовлених з його використанням. Для отримання екологічного, безпечного та високоефективного продукту з картопляного крохмалю для виробництва макаронних виробів у даному дослідженні на основі результатів однофакторного експерименту для оптимізації методики модифікації було обрано в'язкість, як основний критерій оптимізації. Для дослідження впливу вмісту вологи в крохмалі, температури та тривалості вологотермічного оброблення на зниження в'язкості картопляного крохмалю був використаний аналіз поверхні впливу. Досліджено реологічні властивості крохмальних клейстерів модифікованого картопляного крохмалю: в'язкість, текстурні властивості та ретроградаційні характеристики крохмального клейстеру.

Результати методології реагування поверхні показали, що оптимальними параметрами (НМТ) є вологість картопляного крохмалю 23,56 %, температура вологотермічного оброблення – 90 °С, час вологотермічного оброблення – 1,5 год. За таких умов зниження в'язкості клейстеру з модифікованого картопляного крохмалю (НМТS) становило 3677 Па·с, що, очевидно, вище, ніж нативного крохмалю (496 Па·с), що вказує на те, що міцність гелю та твердість картопляного крохмалю значно покращилися. Порівняно з нативним картопляним крохмалем (NS), НМТS мав нижчу пікову в'язкість (2966 Па·с), нижчу в'язкість утримування (2882 Па·с) і нижчу в'язкість розпаду (84,50 Па·с), але вищу температуру клейстеризації (71,08 °С), вищу кінцеву в'язкість (6559 Па·с) і зниження в'язкості (3677 Па·с). Результати ретроградації узгоджувалися з властивостями в'язкості, які вказували на те, що картопляний крохмаль, отриманий шляхом вологотермічного оброблення, був більш схильним до ретроградації. Тести ТРА продемонстрували, що вологотермічне оброблення може покращувати текстурні властивості крохмального клейстеру. Порівняно з клейстером нативного крохмалю (NS), твердість, когезія, клейкість, жувальна здатність та пружність клейстеру модифікованого крохмалю (НМТS) значно підвищилися, і не було суттєвої різниці в еластичності. Крохмальний клейстер модифікованого крохмалю, отриманого шляхом вологотермічного оброблення мав кращі функціональні властивості порівняно з клейстером нативного картопляного крохмалю.

Ключові слова: вологотермічне оброблення, зворотна в'язкість, текстурні властивості, в'язкість, ретроградація, клейстер нативного крохмалю.