



ISSUE №18

Part №5



*International periodic scientific journal*

—*ONLINE*

*www.moderntechno.de*

Indexed in  
**INDEXCOPERNICUS**  
(ICV: 95.33)



# **M**ODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und  
innovative Technologien

**Issue №18**  
**Part 5**  
December 2021

*Published by:*  
**Sergeieva&Co**  
*Karlsruhe, Germany*

ISSN 2567-5273  
DOI 10.30890/2567-5273

**Editor:** Shibaev Alexander Grigoryevich, *Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician*  
**Scientific Secretary:** Kuprienko Sergey, *PhD in technical sciences*

**Editorial board:** More than 240 doctors of science. Full list on pages 4-5

**UDC 08**  
**LBC 94**  
**DOI: 10.30890/2567-5273.2021-18-05**

**Published by:**  
**Sergeieva&Co**  
*Lußstr. 13*  
*76227 Karlsruhe, Germany*  
e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)  
site: [www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)

Copyright  
© Authors, 2021

---





## About the journal

The International Scientific Periodical Journal "Modern Engineering and Innovative Technologies" has been published since 2017 and has gained considerable recognition among domestic and foreign researchers and scholars.

Periodicity of publication: Quarterly

The journal activity is driven by the following objectives:

- Broadcasting young researchers and scholars outcomes to wide scientific audience
- Fostering knowledge exchange in scientific community
- Promotion of the unification in scientific approach
- Creation of basis for innovation and new scientific approaches as well as discoveries in unknown domains

The journal purposefully acquaints the reader with the original research of authors in various fields of science, the best examples of scientific journalism.

Publications of the journal are intended for a wide readership - all those who love science. The materials published in the journal reflect current problems and affect the interests of the entire public.

Each article in the journal includes general information in English. The journal is registered in INDEXCOPERNICUS.

### Sections of the Journal:

| Library of Congress Classification Outline                                                      | Sections                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Subclass TJ / TJ1-1570                                                                          | Mechanical engineering and machinery                                                                                                 |
| Subclass TK / TK1-9971                                                                          | Electrical engineering.                                                                                                              |
| Subclass TA / TA165                                                                             | Engineering instruments, meters, etc. Industrial instrumentation                                                                     |
| Subclass TK / TK5101-6720                                                                       | Telecommunication                                                                                                                    |
| Subclass TK / TK1-9971                                                                          | Electrical engineering. Electronics. Nuclear engineering                                                                             |
| Subclass TN / TN1-997                                                                           | Mining engineering. Metallurgy                                                                                                       |
| Subclass TS / TS1950-1982, TS2120-2159                                                          | Animal products., Cereals and grain. Milling industry                                                                                |
| Subclass TS / TS1300-1865                                                                       | Textile industries                                                                                                                   |
| Subclass TK / TK7800-8360                                                                       | Electronics                                                                                                                          |
| Subclass T / T55.4-60.8                                                                         | Industrial engineering. Management engineering                                                                                       |
| Subclass T / T351-385                                                                           | Mechanical drawing. Engineering graphics                                                                                             |
| Subclass TA / TA1001-1280, Subclass TL / TLI-484, Subclass TE / TE1-450, Subclass TF / TF1-1620 | Transportation engineering, Motor vehicles. Cycles, Highway engineering. Roads and pavements, Railroad engineering and operation     |
| Subclass TH / TH1-9745                                                                          | Building construction                                                                                                                |
| Subclass T / T55-55.3                                                                           | Industrial safety. Industrial accident prevention                                                                                    |
| Additional sections                                                                             | Innovative economics and management, Innovations in pedagogy, Innovative approaches in jurisprudence, Innovative philosophical views |

## Requirements for articles

Articles should correspond to the thematic profile of the journal, meet international standards of scientific publications and be formalized in accordance with established rules. They should also be a presentation of the results of the original author's scientific research, be inscribed in the context of domestic and foreign research on this topic, reflect the author's ability to freely navigate in the existing bibliographic context on the problems involved and adequately apply the generally accepted methodology of setting and solving scientific problems.

All texts should be written in literary language, edited and conform to the scientific style of speech. Incorrect selection and unreliability of the facts, quotations, statistical and sociological data, names of own, geographical names and other information cited by the authors can cause the rejection of the submitted material (including at the registration stage).

All tables and figures in the article should be numbered, have headings and links in the text. If the data is borrowed from another source, a bibliographic reference should be given to it in the form of a note.

The title of the article, the full names of authors, educational institutions (except the main text language) should be presented in English.

Articles should be accompanied by an annotation and key words in the language of the main text and must be in English. The abstract should be made in the form of a short text that reveals the purpose and objectives of the work, its structure and main findings. The abstract is an independent analytical text and should give an adequate idea of the research conducted without the need to refer to the article. Abstract in English (Abstract) should be written in a competent academic language.

The presence of UDC, BBK

Acceptance of the material for consideration is not a guarantee of its publication. Registered articles are reviewed by the editorial staff and, when formally and in substance, the requirements of the journal are sent to peer review, including through an open discussion using the web resource [www.sworld.education](http://www.sworld.education)

Only previously unpublished materials can be posted in the journal.

## Regulations on the ethics of publication of scientific data and its violations

The editors of the journal are aware of the fact that in the academic community there are quite widespread cases of violation of the ethics of the publication of scientific research. As the most notable and egregious, one can single out plagiarism, the posting of previously published materials, the misappropriation of the results of foreign scientific research, and falsification of data. We oppose such practices.

The editors are convinced that violations of copyrights and moral norms are not only ethically unacceptable, but also serve as a barrier to the development of scientific knowledge. Therefore, we believe that the fight against these phenomena should become the goal and the result of joint efforts of our authors, editors, reviewers, readers and the entire academic community. We encourage all stakeholders to cooperate and participate in the exchange of information in order to combat the violation of the ethics of publication of scientific research.

For its part, the editors are ready to make every effort to identify and suppress such unacceptable practices. We promise to take appropriate measures, as well as pay close attention to any information provided to us, which will indicate unethical behavior of one or another author.

Detection of ethical violations entails refusal to publish. If it is revealed that the article contains outright slander, violates the law or copyright rules, the editorial board considers itself obliged to remove it from the web resource and from the citation bases. Such extreme measures can be applied only with maximum openness and publicity.



## Editorial board

- Averchenkov Vladimir Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Bryansk State Technical University, Russia
- Angelova Polyana Georgieva, Doctor of Economic Sciences, Professor, Economic Academy D A Tsenova, Svishitov, Bulgaria, Bulgaria
- Animica Evgenij Georgievich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ural State University of Economics, Russia
- Antonov Valerij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Technical University of Ukraine "Kiev Polytechnic Institute", Ukraine
- Antrapceva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Ahmadiev Gabdulahat Malikovich, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Bazheva Rima Chamalovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Kabardino-Balkarian State University named after H M Berbekov, Russia
- Batyrgareeva Vladislava Stanislavovna, Doctor of Law, Research Institute for the Study of Crime Problems named after academician V V Stashisa NAPRN of Ukraine, Ukraine
- Bezdenzhyh Tatjana Ivanovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, St Petersburg State University of Economics, Russia
- Blatov Igor Anatolevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia
- Burda Aleksey Grigorevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Buharina Irina Leonidovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Udmurt State University, Russia
- Bushueva Inna Vladimirovna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Bykov Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Velichko Stepan Petrovich, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, Ukraine
- Vizir Vadim Anatolevich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Medical University, Ukraine
- Vozhegova Raisa Anatolevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Volgireva Galina Pavlovna, Candidate of Historical Sciences, assistant professor, Perm State University, Russia
- Voloh Dmitriy Stepanovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, A A National Medical University Pilgrim, Ukraine
- Vorozhbitova Aleksandra Anatolevna, Doctor of Philology, Professor, Sochi State University, Russia
- Gavrilenko Nataliya Nikolaevna, Doctor of Education, assistant professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Georgievskij Gennadiy Viktorovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, senior scientific employee, SE "Ukrainian Scientific Pharmacopoeia Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Getman Anatolij Pavlovich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Gilev Gennadiy Andreevich, Doctor of Education, Professor, Moscow State Industrial University, Russia
- Goncharuk Sergey Mironovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Russia
- Granovskaya Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Grebeva Nadezhda Nikolaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Russia
- Grizodub Aleksandr Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, SE "Ukrainian Scientific Center for the Quality of Medicines", Ukraine
- Gricenko Svetlana Anatolevna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Ural State Academy of Veterinary Medicine, Russia
- Gudzenko Aleksandr Pavlovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Lugansk State Medical University, Ukraine
- Demidova V G., candidate of pedagogical sciences, assistant professor, Ukraine
- Denisov Sergey Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Dorofeev Andrey Viktorovich, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University, Russia
- Doroshina Elena Yurevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, G V Russian University of Economics, Plekhanov, Russia
- Ermagambet Bolat Toleuhanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Director of the Institute of Coal Chemistry and Technology LLP, Kazakhstan
- Zhovtonog Olga Igorevna, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation NAAS, Ukraine
- Zaharov Oleg Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Zubkov Ruslan Sergeevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Nikolaev Interregional Institute for Human Development of the Higher Educational Institution "University of Ukraine", Ukraine
- Irzhi Hahula, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, FLKR - T Bati University, Zlín, Czech
- Kalajda Vladimir Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tomsk State University, Russia
- Kalenik Tatjana Kuzminichna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Kantarovich Yu L., Ph D in History of Arts, Odessa National Music Academy, Ukraine
- Kapitanov Vasilij Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Karpova Nataliya Konstantinovna, Doctor of Education, Professor, South Federal University, Russia
- Kafarskij Vladimir Ivanovich, Doctor of Law, Professor, Director of Science Center of Ukrainian Constitutionalism, Ukraine
- Kirillova Elena Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Kirichenko Aleksandr Anatolevich, Doctor of Law, Professor, Ukraine
- Klimova Natalya Vladimirovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Knyazeva Olga Aleksandrovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Bashkir State Medical University, Russia
- Kovalenko Elena Mihajlovna, doctor of philosophical science, Professor, South Federal University, Russia
- Kovalenko Petr Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Kokebaeva Gulnazar Kenenovna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan
- Kondratov Dmitriy Vyacheslavovich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Kopej Bogdan Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Kosenko Nadezhda Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Ivanovo State University of Chemical Technology, Russia
- Kostenko Vasilij Ivanovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Kotlyarov Vladimir Vladislavovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kuban State Agrarian University, Russia
- Kochinev Yuriy Yurevich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, St Petersburg State Polytechnic University, Russia
- Kravchuk Anna Viktorovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academy of the State Prison Service, Ukraine
- Kruglov Valerij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Railway Engineering, Russia
- Kuderin Marat Krykbaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, PSU named after S Toraygrovna, Kazakhstan
- Kurmayev Petr Yurevich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychnya, Ukraine
- Kuhar, Elena Vladimirovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Kazakh Agro Technical University S Seifullina, Kazakhstan
- Lapkina Inna Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Latygina Natalya Anatolevna, Doctor of Political Science, Professor, Kiev National University of Trade and Economics, Ukraine
- Lebedev Anatolij Timofeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Stavropol State Agrarian University, Russia
- Lebedeva Larisa Aleksandrovna, candidate of psychological sciences, assistant professor, Mordovian State University, Russia
- Lipich Tamara Ivanovna, doctor of philosophical science, assistant professor, Belgorod State University, Russia
- Lomotko Denis Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Ukraine
- Lyskova Larisa Vladimirovna, Doctor of Philology, assistant professor, Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Russia
- Lyalkina Galina Borisovna, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Majdanyuk Irina Zinovievna, doctor of philosophical science, assistant professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Makarova Irina Viktorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Maksim Viktor Ivanovich, Doctor of Chemical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Malahov A V., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Ukraine
- Makaveeva Anna Vasilevna, Doctor of Sociology, assistant professor, Altai State University, Russia
- Melnik Alyona Alekseevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Kiev National University of Technology and Design, Ukraine
- Milyaeva Larisa Grigorevna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Biysk Technological Institute (branch) "Altai State Technical University named after I I Polzunova", head of the department of business economics, Russia
- Mishenina Tatjana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kryvyi Rih State Pedagogical University, Ukraine
- Mogilevskaya I M., candidate of pedagogical sciences, Professor, Ukraine
- Moiseykina Lyudmila Guchaevna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Kalmyk State University, Russia
- Morozov Aleksey Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Morozova Tatjana Yurevna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Moscow State University of Instrument Engineering and Computer Science, Russia
- Nefedeva Elena Eduardovna, Doctor of Biological Sciences, assistant professor, Volgograd State Technical University, Russia
- Nikolaeva Alla Dmitrievna, Doctor of Education, Professor, Northeast Federal University named after M K Ammosova, Russia
- Orlov Nikolaj Mihajlovich, Doctor of Science in Public Administration, assistant professor, Academy of Internal Troops of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Department of Operational Conquest of the BB, Ukraine
- Otepova Gulmira Elubayevna, Doctor of Historical Sciences, Professor, Pavlodar State Pedagogical Institute, Kazakhstan
- Pavlenko Anatolij Mihajlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Poltava National Technical University Yuri Kondratyuk, Ukraine
- Parunakyan Vaagn Emilevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Priazov State Technical University, Ukraine
- Patyka Nikolaj Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National Scientific Center "Institute of Agriculture of NAAS", Ukraine
- Pahomova Elena Anatolevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, International University of Nature, Society, and Man "Dubna", Russia
- Pachurin German Vasilievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Nizhny Novgorod State Technical University R E Alekseeva, Russia
- Pershin Vladimir Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Russia
- Piganov Mihail Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Samara State Aerospace University named after academician S P Queen, Russia
- Polyakov Andrey Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vinnitsa National Technical University, Ukraine
- Popov Viktor Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Saratov State Technical University, Russia
- Popova Taisiya Georgievna, Doctor of Philology, Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Russia
- Rastrygina Alla Nikolaevna, Doctor of Education, Professor, Kirovograd State Pedagogical University named after Vladimir Vinnichenko, I Shevchenko, Kropyvnytskyi, Ukraine
- Rebezov Maksim Borisovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Russia
- Reznikov Andrey Valentinovich, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Moscow State Technological University "Stankin", Russia
- Rokochinskij Anatolij Nikolaevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Water Resources and Environmental Management, Ukraine
- Romashenko Mihail Ivanovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Rylov Sergey Ivanovich, PhD in Economics, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Safarova Nelli Aleksandrovna, Doctor of Economic Sciences, Professor, Sochi State University, Russia
- Safarov Artur Mahmudovich, Doctor of Philology, Senior Lecturer, Russia
- Svetlov Viktor Aleksandrovich, doctor of philosophical science, Professor, Petersburg State University of Railway Engineering, Russia
- Semencov Georgij Nikiforovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine
- Sentyabrev Nikolaj Nikolaevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Volgograd State Academy of Physical Culture, Russia
- Sidorovich Marina Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Kherson State University, Ukraine
- Sistota Naum Mihajlovich, Doctor of Political Science, Professor, State University of Aerospace Instrumentation, Russia
- Smirnov Evgenij Ivanovich, Doctor of Education, Professor, Yaroslavl State Pedagogical University named after K D Ushinsky, Russia
- Sokolova Nadezhda Gennadevna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Izhevsk State Technical University, Russia
- Starodubcev Vladimir Mihajlovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Stegnij Vasilij Nikolaevich, Doctor of Sociology, Professor, Perm National Research Polytechnic University, Russia
- Stepenko Valerij Efremovich, Doctor of Law, assistant professor, Pacific State University, Russia
- Stovpcev Olexsandr Vasilovich, Doctor of Philosophy, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Stovpce Vasil Grigorevich, Candidate of Philology, assistant professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Strelkova Elena Dmitrievna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, South Russian State Technical University (NPI), Russia
- Suhenko Yuriy Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Suhova Mariya Gennadevna, Doctor of Geographical Sciences, assistant professor, Gorno-Altai State University, Russia
- Tararikov Yuriy Aleksandrovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Ukraine
- Taraskenko Larisa Viktorovna, Doctor of Sociology, Professor, South Federal University, Russia
- Testov Boris Viktorovich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tobolsk Integrated Scientific Station, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Tobolsk, Russia
- Tokareva Natalya Gennadevna, Candidate of Medical Sciences, assistant professor, Medical Institute FSBEI HE "Moscow State University named after NP Ogarev, Russia
- Tolbatov Andrey Vladimirovich, candidate of technical sciences, assistant professor, Sumy National Agrarian University, Ukraine
- Tonkov Evgenij Evgenievich, Doctor of Law, Professor, Law Institute of the National Research University Belgorod State University, Russia
- Trigub Petr Nikitovich, Doctor of Historical Sciences, Professor, Ukraine
- Tungushbaeva Zina Bajbagusovna, Doctor of Biological Sciences, Kazakh National Pedagogical University named after Abay, Kazakhstan
- Usenko Sergey Angolovitch, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Nikolaev State University named after V O Sukhomlinsky, Ukraine
- Fateeva Nadezhda Mihajlovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Tyumen State University, Russia
- Fatyhova Alevtina Leontevna, Doctor of Education, assistant professor, Bashkir State University (Sterlitamak branch), Russia
- Fedorishin Dmitro Dmitrovich, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine



- Fedotova Galina Aleksandrovna, Doctor of Education, Professor, Novgorod State University, Russia
- Fedyanina Lyudmila Nikolaevna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Habibullin Rifat Gabdulhakovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Kazan (Volga) Federal University, Russia
- Hodakova Nina Pavlovna, Doctor of Education, assistant professor, Moscow City Pedagogical University, Russia
- Hrebina Svetlana Vladimirovna, Doctor of Psychology, Professor, Pyatigorsk State Linguistic University, Russia
- Chervoniy Ivan Fedorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya State Engineering Academy, Ukraine
- Chigirinskaya Natalya Vyacheslavovna, Doctor of Education, Professor, Volgograd State Technical University, Russia
- Churekova Tatyana Mihajlovna, Doctor of Education, Professor, Russia
- Shajko-Shajkovskij Aleksandr Gennadevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chernivtsi National University Y Fedkovich, Ukraine
- Shapovalov Valentin Valerevich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
- Shapovalov Valerij Vladimirovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkiv Regional State Administration, Ukraine
- Shapovalova Viktoriya Alekseevna, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Kharkov Medical Academy of Postgraduate Education, Ukraine
- Sharagov Vasilij Andreevich, Doctor of Chemical Sciences, assistant professor, Balti State University "Alecu Russo", Moldova
- Shevchenko Larisa Vasilevna, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine
- Shepitko Valerij Yurevich, Doctor of Law, Professor, National Law University named after Yaroslav the Wise, Ukraine
- Shibaev Aleksandr Grigorevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Odessa National Maritime University, Ukraine
- Shishka Roman Bogdanovich, Doctor of Law, Professor, National Aviation University, Ukraine
- Sherban Igor Vasilevich, Doctor of Technical Sciences, assistant professor, Russia
- Elezovich M Dalibor, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, Pristina University K Mitrovica, Serbia
- Yarovenko Vasilij Vasilevich, Doctor of Law, Professor, Admiral G I Maritime State University Nevelsky, Russia
- Yacenko Aleksandr Vladimirovich, Professor, Institute of Maritime Economics and Entrepreneurship, Scientific Research Design Institute of the Marine Fleet of Ukraine, Ukraine
- Evstropov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, Russia
- Kononova Alexandra Evgenievna, PhD in Economics, docent, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine
- Svitlana Titova, PhD in Geography, docent, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Tatarchuk Tetiana, PhD in technical sciences, NU "Zaporizhzhya Polytechnic", Ukraine
- Chupakhina Svitlana Vasyliivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Boiko Ruslan Vasiliovich, PhD in Economics, docent, Khmelnytsky National University, Ukraine
- Voropayeva Tetiana Sergiivna, PhD in Psychology, docent, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Zakharenko Natalia, PhD in Economics, Priazov State Technical University, Ukraine
- Kirkin Oleksandr Pavlovich, PhD in technical sciences, docent, Priazov State Technical University, Ukraine
- Kyianovskiy Aleksandr Moiseevich, PhD in Chemistry, docent, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Tharkahova Irina Grigorevna, PhD in Economics, docent, Adyge State University, Russia
- Vitroviy Andriy Orestovych, PhD in technical sciences, docent, Ternopil National Economic University, Ukraine
- Khodakivska Olga, Doctor of Economic Sciences, senior research assistant, National Research Center "Institute of Agrarian Economics", Ukraine
- Shatkovskiy Andrii, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Melioration of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Katerynychuk Ivan Stepanovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Ukraine
- Goncharenko Igor Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Ukraine
- Gornostaj Oryslava Bogdanivna, PhD in technical sciences, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Stanislavchuk Oksana Volodymyrivna, PhD in technical sciences, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Mirus Oleksandr-Zenovij Lvovich, PhD in Chemistry, docent, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Nashynets-Naumova Anfisa, Doctor of Law, docent, Boris Grinchenko Kyiv University, Ukraine
- Kyselov Iurii Oleksandrovych, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Uman National University of Horticulture, Ukraine
- Smutchak Zinaida Vasyliivna, Doctor of Economic Sciences, docent, Flight Academy of the National Aviation University, Ukraine
- Polenova Galina Tikhonovna, Doctor of Philology, Professor, Rostov-on-Don State University of Economics, Russia
- Makeeva Vera Stepanovna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Russian State University of Physical Culture, Sports, Youth and Tourism, Russia
- Bunchuk Oksana, Doctor of Law, docent, Yurij Fedkovych Chernivtsi National University, Ukraine
- Gladukh Ievgenii, Doctor of Pharmacy, Professor, National University of Pharmacy, Ukraine
- Benera Valentuna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine
- Demyanenko Natalia, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Taras Shevchenko Regional Humanitarian-Pedagogical Academy of Kremenets, Ukraine
- Makarenko Andriy Viktorovich, PhD in pedagogical sciences, docent, Donbass State Pedagogical University, Ukraine
- Kharkovliuk-Balakina Natalia, PhD in biological sciences, docent, State Institution "Institute of Gerontology of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine", Ukraine
- Chushenko Valentina Mykolajivna, PhD in pharmaceutical sciences, docent, National Pharmaceutical University, Ukraine
- Malinina Nina Lvovna, doctor of philosophical science, docent, Far Eastern Federal University, Russia
- Brukhansky Ruslan Feoktistovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, Western Ukrainian National University, Ukraine
- Zastavetska Lesya Bogdanovna, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Ternopil National Pedagogical University named after V Gnatyuk, Ukraine
- Kalabska Vira Stepanivna, PhD in pedagogical sciences, docent, Uman State Pedagogical University named after Pavel Tychnia, Ukraine
- Kutishchev Stanislav Nikolaevich, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, VSTU, Russia
- Pikas Olha Bohdanivna, Doctor of Medical Sciences, Professor, National Medical University named after A A Bogomolets, Ukraine
- Shepel Yuri Alexandrovich, Doctor of Philology, Professor, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine
- Kuris Yuri Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Zaporizhzhya National University, Ukraine
- Kalinichenko Irina Alexandrovna, Doctor of Medical Sciences, Professor, Sumy State Pedagogical University named after A S Makarenko, Ukraine
- Kagermazova Laura Tsraevna, Doctor of Psychology, Professor, Chechen State Pedagogical Institute, Russia
- Kravchenko Olena Ivanivna, Doctor of Pedagogical Sciences, assistant professor, Luhansk National Taras Shevchenko University, Ukraine
- Redkous Vladimir Mikhailovich, Doctor of Law, Professor, Institute of State and Law of the Russian Academy of Sciences, Russia
- Evstropov Vladimir Mikhailovich, Doctor of Medical Sciences, Professor, Russian Customs Academy, Russia
- Kononova Alexandra Evgenievna, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture, Ukraine
- Svitlana Titova, PhD in Geography, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Tatarchuk Tetiana, PhD in Technical Sciences, Zaporizhzhya Polytechnic, Ukraine
- Chupakhina Svitlana Vasyliivna, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Boiko Ruslan Vasiliovich, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Khmelnytsky National University, Ukraine
- Voropayeva Tetiana Sergiivna, PhD in Psychology, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Kirkin Oleksandr Pavlovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Priazovskiy State Technical University, Ukraine
- Kyianovskiy Aleksandr Moiseevich, PhD in Chemistry, assistant professor, Kherson State Agrarian University, Ukraine
- Tharkahova Irina Grigorevna, PhD in Economic Sciences, assistant professor, Adyge State University, Russia
- Vitroviy Andriy Orestovych, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Ternopil National Economic University, Ukraine
- Khodakivska Olga, Doctor of Economic Sciences, senior researcher, National Research Center "Institute of Agrarian Economics", Ukraine
- Shatkovskiy Andrii, Doctor of Agricultural Sciences, Institute of Water Problems and Land Reclamation of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Ukraine
- Katerynychuk Ivan Stepanovych, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Academy of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytsky, Ukraine
- Goncharenko Igor Vladimirovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine, Ukraine
- Gornostaj Oryslava Bogdanivna, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Lviv State University of Life Safety, Ukraine
- Belotserkovets Vladimir Viktorovich, Doctor of Economic Sciences, Professor, National Metallurgical Academy of Ukraine, Ukraine
- Lopuch Piotr Stepanovich, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Belarusian State University, Belarus
- Shvets Iryna Borysovna, Doctor of Arts, Professor, Vinnytsia State Pedagogical University named after M Kotsyubynsky, Ukraine
- Morozov Oleg Viktorovich, Doctor of Historical Sciences, assistant professor, University of Customs and Finance, Ukraine
- Vykhrushch Vira Oleksandriivna, Doctor of Pedagogy, professor, National University "Lviv Polytechnic", Ukraine
- Okhrimenko Viacheslav Mykolaiovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Kharkiv National University of Municipal Economy named after A M Bektova, Ukraine
- Podchashynskiy Yurii Oleksandrovych, Doctor of Technical Sciences, professor, Zhytomyr Polytechnic, Ukraine
- Blavych Halyna Vasyliivna, Doctor of Pedagogy, professor, Vasil Stefanyk Precarpathian National University, Ukraine
- Hurin Ruslan Serghiyovych, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, South Ukrainian National Pedagogical University named after K D Ushinsky, Ukraine
- Sukhomlinov Anatolii Ivanovich, PhD in Technical Sciences, assistant professor, Far Eastern Federal University, Russia
- Popova Julia Mikhailivna, Doctor of Economic Sciences, assistant professor, Poltava State Agrarian University, Ukraine
- Kononenko Mykhailo Mykhaylovych, PhD in Public Administration, assistant professor, Poltava raionna glad, Ukraine
- Muliar Volodymyr Ilyich, Doctor of Philosophical Science, Professor, Zhytomyr Polytechnic, Ukraine
- Yefimova Olha Mykolajivna, PhD in Pedagogical Sciences, Senior Lecturer, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Khymai Natalia Ihorivna, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Zarivna Oksana Tymofiyivna, PhD in Pedagogical Sciences, assistant professor, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Shalova Natalia Stanislavivna, National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Ukraine
- Mitina Lubov Sergiivna, PhD in Philology, assistant professor, Kharkiv State Academy of Culture, Ukraine
- Suima Irina Pavlivna, PhD in Philology, Oles Honchar Dnipro National University, Ukraine
- Medynska Tetiana Igorivna, PhD in Economics, assistant professor, Rivne State Humanitarian University, ORCID 0000-0001-6838-6403, Ukraine
- Vekua Oksana Vitalevna, PhD in Philology, assistant professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
- Shilo Zhanna Stepanivna, PhD in Economics, assistant professor, National University of Water Resources and Environmental Management, ORCID 0000-0002-2669-6734, Ukraine
- Chiladze Georgiy Bidzinovich, Doctor of Law, Professor, University of Georgia, Georgia
- Kolomiets Tetiana Vyacheslavivna, PhD in Philosophy, National Medical University named after A A Bogomolets, ORCID 0000-0002-5335-7789, Ukraine
- Fonar Liudmyla, PhD in technical sciences, Odessa National Polytechnic University, ORCID 0000-0002-7478-6742, Ukraine
- Melnik Marharyta, PhD in technical sciences, assistant professor, Odessa National Polytechnic University, ORCID 0000-0003-0619-7281, Ukraine
- Cuznetov Alexandru Serghei, PhD in Law, assistant professor, Moldavian State University, ORCID 0000-0002-2738-5620, Moldova
- Yelnikova Mariia, PhD in political science, National Pedagogical University named after M P Dragomanov, ORCID 0000-0001-9250-4684, Ukraine
- Pysmenna Olena, PhD in Law, assistant professor, Donetsk National University named after Vasyl Stus, Ukraine
- Knyazeva Maryna Vladislavovna, Kharkiv National University V N Karazin, Ukraine
- Khara Maryna Volodymyrivna, PhD in technical sciences, assistant professor, SHEE "Priazov State Technical University", Ukraine
- Nikolaienko Iryna Volodymyrivna, PhD in technical sciences, assistant professor, SHEE "Priazov State Technical University", Ukraine
- Malinovskiy Yuri Alexandrovich, PhD in technical sciences, assistant professor, OSB "Kryvyi Rih Professional College of the National Aviation University", Ukraine
- Andrii Tkachuk, PhD in technical sciences, assistant professor, State University "Zhytomyr Polytechnic", Ukraine
- Shablii Tetiana Petrivna, PhD in Medical Sciences, assistant professor, Odessa National Medical University, ORCID 0000-0003-3114-3728, Ukraine
- Zaiachkivska Oksana Vasulivna, PhD in Economics, assistant professor, NUVGP, ORCID 0000-0002-8792-9204, Ukraine





UDC 636.2.03:612.8

**BEHAVIORAL REACTIONS OF BODIES UNDER ATTACHED  
DETENTION IN A MODULAR-GROUP CAGE****Varpikhovskiy R. L.***Candidate of agricultural sciences  
Vinnytsia national agrarian university*

**Abstract.** *It is recommended an improved loose-box method of keeping repair heifers and heifers using the developed modular group cage for animal recreation at low-capacity milk production enterprises and farms, which will allow the use of developed devices and elements of internal equipment and reduce breeding costs. one animal on average by UAH 440, to reduce by 9 days the term of heifers to reach a live weight of 400 kg, to increase the milk productivity of first-born cows by 1.7-2.2 kg of milk, to improve the reproductive capacity of cattle and maintain their health.*

**Keywords:** *behavior, heifers, animals, group, cage, content, reaction, productivity, stress.*

**Introduction.**

In tethered livestock, special attention is paid to the behavior of animals and exercise, which affects the consumption of feed, water, metabolic processes in tissues, skeletal muscle tone and milk productivity of cows. they do not always allow to use production areas effectively, to comply with sanitary and hygienic requirements for the maintenance of repair heifers and heifers, to apply modern methods of feeding and watering animals, waste removal and storage, to provide sanitary and hygienic requirements for milk.

**Review of literature sources.** According to M.V. Chorny [11], O.V. Kozenko and others. [5], O.S. Yaremchuk and others. [12], exercise is an important element of milk production technologies, animal health, and viable offspring.

According to M.V. Demchuk [2], the motor activity of cattle has a positive effect on the functioning of the cerebral cortex, which promotes the synthesis and release into the blood of hormones of the hypothalamus and pituitary gland. Their action enhances the functional activity of the endocrine glands, cardiovascular system, respiratory system, kidneys, liver, digestive tract. development and productivity of livestock, including heifers and first-born cows. Providing animals with active exercise promotes a protective barrier in the body to the action of adverse environmental factors, changes behavioral responses, relieves stress [7].

This measure promotes better formation of glandular epithelium in animals, proportional to the development of all parts of the udder. Udder massage in heifers is recommended for 1-3 months before calving by manual, mechanical and vacuum methods [4].

Therefore, active exercise, hardening, skin care and prevention of hooves are important elements of the guarantee health of repair heifers, heifers and first-born cows for their tethered maintenance.

Ethological research makes it possible to identify factors influencing animals and adjust the conditions of their maintenance and care, to develop measures to improve methods of rearing young animals and increase the efficiency of livestock production [10].



The behavior of cattle is assessed by observing the manifestation of the herd reflex, the reaction to the presence or absence of food, its quality and duration of consumption, choice of rest, duration of rest lying down and standing, the need for active movement, urination and defecation, body surface care, state of hunting, duration of lactation, reaction to the milking process.

The transition of animals from winter to summer keeping not only changes their natural resistance of their body, but also affects their behavior and productivity. At the same time, lactating cows spent less time eating and resting, and their average daily milk yield decreased by an average of 1.9 kg.

It is established that about 80% of stress in animals is associated with violations of feeding and housing conditions and only 20% are due to other factors [8].

Reducing the natural resistance of animals, violation of the conditions of their detention indoors leads to significant changes in metabolic processes, which is the beginning of a decrease in adaptability and immunological reactivity of the organism.

Thus, the behavior of animals, their response to various factors, including stress factors, largely depend on the conditions of keeping and feeding, compliance with production processes [1]. Therefore, control over the behavior and physiological condition and metabolic status of animals in different ways of keeping repair heifers and heifers can answer the question of establishing the best option for their maintenance on low-capacity dairy farms.

**The purpose and objectives of the study.** The purpose of the study is sanitary and hygienic assessment and improvement of breeding heifers and heifers based on studies of animal behavior and productivity using modular group cages.

The research program provided for the following tasks:

- to study the behavior of heifers in different ways of rest and milk productivity of first-born cows using modular group cages,
- to determine the clinical condition of heifers and first-born cows. and loose methods of detention in modular group cages.

### **Research methodology.**

All experiments were performed on animals of the Ukrainian black-spotted dairy breed. Selection of animals into experimental groups was carried out on the principle of analogues, taking into account the breed, sex, age and live weight [6]. For the experiment, 40 heads of repair heifers with an average live weight of 380-400 kg were selected and divided into four experimental groups.

Animals were kept in modular group cages for 10 heads each. Heifers of the first group were kept in stalls tethered with grazing, the second - loosely on a deep litter (straw), the third - loosely-combi-boxing, the fourth - loosely with rest in the boxes. For this purpose, the developed modular-group cages were used, which were equipped with stalls when tethered, and with combiboxes or boxes when tethered.

Feed was distributed to repair heifers and heifers of experimental groups by a mobile feeder. Manure was removed from the room with a manure conveyor. The animals were watered with water using individual and group watering cans.

Feeding of animals of experimental groups was normalized, uniform according to the diet: corn silage - 20%, haylage (weeds) - 32%, hay of cereals and legumes - 24%, concentrated feed - 21%, premix - 2, 6% and table salt - 0.4%. The total





nutritional value of the diet ration was 10 feeds. from with a dry matter content of 12.7 kg, digestible protein - 1320 g, sugar - 538 g, starch - 946 g, calcium - 78 g, phosphorus - 36 g.

Heifer behavioral responses to resting places, animals lying down, lying down, animals getting up from rest, were investigated by observing the duration of a single element 20 numbers.

Animal behavior was monitored by the method [1, 3, 9] by measuring time for feed consumption, rest standing in a section or group cage, or lying in a stall, combi box, box or deep litter. The motor activity of the animals was also monitored during free-range keeping with rest in combi boxes, boxes or on deep litter, as well as on the walking area during tethered keeping. The duration of chewing was also determined in animals.

Research results. Studies have shown that the response of heifers to tethered boxing content to the size of the box structure is different.

With increasing boxing depth from 1.2 to 1.4; 1.6 and 1.8 m, this figure increased by 0.15, respectively; 0.69; 0.90 and 1.05 minutes, compared with the length of the structure 1.0 m (Table 1).

**Table 1 - Duration of behavioral reactions of rest of heifers at different sizes of boxing, min.,  $M \pm m$ ;  $n = 32$**

| Boxing depth, mm     | Behavioral reactions of rest |                   |                  |                  |
|----------------------|------------------------------|-------------------|------------------|------------------|
|                      | place review                 | torso side choice | lying down       | getting up       |
| The first experiment |                              |                   |                  |                  |
| 1200                 | 2,52 $\pm$ 0,01*             | 3,27 $\pm$ 0,04   | 1,42 $\pm$ 0,03  | 1,12 $\pm$ 0,02  |
| 1400                 | 2,89 $\pm$ 0,02*             | 3,14 $\pm$ 0,04   | 1,18 $\pm$ 0,03  | 1,23 $\pm$ 0,02  |
| 1600                 | 3,27 $\pm$ 0,04*             | 3,42 $\pm$ 0,05   | 1,15 $\pm$ 0,03  | 1,12 $\pm$ 0,03  |
| 1800                 | 3,42 $\pm$ 0,01*             | 3,17 $\pm$ 0,04*  | 2,05 $\pm$ 0,02* | 1,31 $\pm$ 0,03* |
| Second experiment    |                              |                   |                  |                  |
| 1200                 | 3,14 $\pm$ 0,02*             | 2,86 $\pm$ 0,04   | 1,16 $\pm$ 0,02  | 1,47 $\pm$ 0,03  |
| 1400                 | 2,72 $\pm$ 0,03*             | 3,12 $\pm$ 0,04   | 1,11 $\pm$ 0,03  | 1,26 $\pm$ 0,03  |
| 1600                 | 3,33 $\pm$ 0,05*             | 3,14 $\pm$ 0,05   | 1,05 $\pm$ 0,03  | 1,41 $\pm$ 0,04  |
| 1800                 | 3,22 $\pm$ 0,02*             | 3,20 $\pm$ 0,04*  | 1,05 $\pm$ 0,04  | 1,82 $\pm$ 0,03  |
| Third experiment     |                              |                   |                  |                  |
| 1200                 | 2,44 $\pm$ 0,02*             | 2,76 $\pm$ 0,03*  | 1,05 $\pm$ 0,03  | 0,72 $\pm$ 0,03* |
| 1400                 | 2,88 $\pm$ 0,02*             | 2,35 $\pm$ 0,02*  | 1,10 $\pm$ 0,03  | 0,82 $\pm$ 0,04* |
| 1600                 | 2,93 $\pm$ 0,03*             | 2,25 $\pm$ 0,02*  | 1,08 $\pm$ 0,03  | 0,83 $\pm$ 0,04* |
| 1800                 | 3,07 $\pm$ 0,04*             | 3,11 $\pm$ 0,03*  | 1,32 $\pm$ 0,03* | 1,15 $\pm$ 0,04  |

Note: \* marked significant difference ( $p \leq 0.05$ ) compared to the box size of 1000 mm. boxing.

The animals' choice of torso side before lying down, getting up from rest and going to bed also depended on the depth of the box. As an exception, the size of the box was 1.8 m deep, for which heifers spent less time resting by 0.27 minutes. to choose the side of the torso before rest, but more than 0.17 minutes to get up and for 0.83 minutes lying down compared to the smallest size of the submitted structural element.



A similar pattern in the reaction of heifers to the size of the box was determined in a second experiment conducted on other animals.

It is established that the depth of the box affects the time of inspection of the resting place by heifers, this is due to its size. Moreover, with the increase in the size of the box increases the duration of this factor of animal behavior.

That is, the longer the structural element, the more time the animals need to inspect it. After the animals adapted to the specified size of the box, they spent almost the same amount of time choosing the side of the body before going to bed and getting up from rest. As in the first experiment, heifers at a box depth of 1.8 m spent different amounts of time not only to inspect the structure, but also to choose the position of the torso for rest and getting up from rest (see Table 1).

Time, which heifers spent on the above actions at a depth of boxing 1.8 m, compared with a size of 1.0 m, increased by 0.78, respectively; 0.24 and 0.59 minutes. Differences in the time spent by animals on going to bed in the second experiment at different depths of the boxes were not found.

Because the first and second experiments performed on heifers in different years yielded opposite results in different cases regarding the dependence of animal behavior at different boxing depths, a third experiment was performed to determine the most optimal dimensions of this structural element for heifers at 24 months.

The third experiment showed that the time the animals spent inspecting the box increased slightly with increasing depth, except for 1.2 m, when this figure was lower compared to similar data for the size of the structure 1.0 m. The time to choose the side of the body by animals for rest at a depth of 1.2 m also increased by 0.18 minutes, and then with increasing size decreased by 0.19 and 0.29 minutes, respectively, compared to a depth of 1.0 m.

The most time for this element of animal behavior was spent at the depth of the box for rest 1.8 m. The period during which the heifers got up from rest, with increasing depth of the box from 1.0 to 1.6 m decreased, and at depths and 1.8 m returned to the value of the given indicator for the size of the box 1.0 m. Boxes with a depth of 1.8 m for resting heifers are less comfortable.

It was also important to study the reaction of heifers to the option of resting in different ways of keeping. From the table. 2 shows that heifers with different methods of restraint before resting lying down, spend a different amount of time inspecting the box, combo box or stall.

It was found that the most time heifers spend 7 months of pregnancy to inspect the box, which is 1.9 minutes. more than on the stall, for 0.8 minutes - to inspect the combibox and for 0.7 minutes, - to inspect the recreation area on deep bedding. This indicator is also associated with the time for heifers to rest. It was found that animals spent 2.0 times more time on this element of behavior in the leash-boxing method than in the leash, as well as 1.5 and 1.3 times, respectively, with rest in combi boxes and deep litter.

The duration of rest of animals is one of the main indicators in choosing the most optimal in terms of comfort for heifers way of keeping. It turned out that the longest rest lying in heifers for free-boxing in a modular group cage. This figure is slightly lower for loose and combi-box heifers, in deep bedding and in stalls. The



time for the heifers to get up with different methods of keeping and rest turned out to be almost the same. With such methods of free-range keeping, animals do not develop a state of anxiety, and their behavior corresponds to the physiological status of the organism.

**Table 2 - Duration of behavioral reactions of rest of heifers at different ways of keeping in modular-group cages, min.,  $M \pm m$ ;  $n = 16$**

| Behavioral reaction                     | Place of rest |                    |                |           |
|-----------------------------------------|---------------|--------------------|----------------|-----------|
|                                         | in stalls     | modular group cell |                |           |
|                                         |               | on deep litter     | in combi boxes | in boxes  |
| Heifers up to 7 months of gestation     |               |                    |                |           |
| Place overview                          | 1,4±0,52      | 2,1±0,63           | 2,2±0,52       | 3,3±0,52  |
| Lying down                              | 0,6±0,21      | 0,7±0,27           | 0,9±0,22       | 1,2±0,31  |
| Lying down                              | 27,8±4,32     | 31,7±5,24          | 32,4±5,32      | 35,4±5,41 |
| Getting up                              | 1,3±0,26      | 1,2±0,37           | 1,7±0,29       | 1,6±0,27  |
| Heifers from 7 to 9 months of gestation |               |                    |                |           |
| Place overview                          | 1,0±0,32      | 1,1±0,23           | 1,6±0,32       | 2,5±0,42  |
| Lying down                              | 0,6±0,21      | 0,5±0,17           | 0,8±0,18       | 1,1±0,14  |
| Lying down                              | 30,2±5,23     | 30,6±4,42          | 29,4±5,31      | 37,4±5,44 |
| Getting up                              | 1,3±0,24      | 1,2±0,37           | 1,9±0,29       | 2,0±0,38  |

This conclusion is confirmed by studies of the behavior of heifers 7-9 months of gestation in different ways of keeping. It was shown that the animals spent more time inspecting the place of rest, going to bed and getting up from rest, and especially for a one-time rest lying on a leash-boxing content, compared with rest in combi boxes, deep litter or stalls (see Table 2).

Thus, despite the physiological condition of heifers, namely the gestation period of 7-9 months, the most comfortable for them was loose housing with rest in the boxes.

One of the objectives of the study was to monitor behavior first-born cows during rest, obtained from heifers by different methods of keeping in the first days of lactation. Thus, first-born cows, which were kept in a group of heifers loosely-boxed, spent more time inspecting the place of rest, going to bed and getting up from rest, as well as lying down, compared to first-born cows obtained from heifers with tethered keeping. Similar in nature, the results were obtained on the first-born cows from heifers for free-range combi-boxing (Table 3).

Comparing the data obtained from the first-born cows from heifers in the tethered-combi-box method with similar results in animals in tethered housing, it should be noted that the former outweighed the latter in terms of time spent on inspecting the resting place by 0.7 minutes, Getting up from rest - for 0.6 min. and almost did not differ in terms of duration of rest.

First-born cows with long-term free-range keeping of heifers in deep litter, compared with similar data in animals with tethered animals, such as resting place inspection, bed rest time and getting up from rest, duration of rest lying down,





essential difference is not established (see tab. 3).

**Table 3 - Duration of behavioral reactions of rest of first-born cows with different ways of keeping heifers in modular group cages, min.,  $M \pm m$ ;  $n = 16$**

| Behavioral reaction | Place of rest |                    |                |                |
|---------------------|---------------|--------------------|----------------|----------------|
|                     | in stalls     | modular group cell |                |                |
|                     |               | on deep litter     | on deep litter | on deep litter |
| Place overview      | 0,5±0,12      | 0,8±0,44           | 1,5±0,65       | 1,6±0,42       |
| Lying down          | 0,6±0,16      | 0,7±0,26           | 1,4±0,18*      | 1,3±0,21*      |
| Lying down          | 29,4±4,42     | 30,9±6,43          | 27,7±4,14      | 32,6±2,41      |
| Getting up          | 0,7±0,21      | 0,8±0,19           | 1,4±0,14*      | 1,4±0,15*      |

Note: \* marked significant difference ( $p \leq 0.05$ ), compared with rest in stalls.

Thus, the comfort indicators of first-born cows are closely related to the way heifers are kept, which is probably due to the emergence of animals that have long been in modular group cages and rested in boxes, as well as methods of feeding and watering, a number of conditioned reflexes.

The above differences in some elements of the behavior of heifers in different variants of their rest, probably due to more comfortable conditions that were created for animals through the use of straw litter (Table 4).

**Table 4 - Duration of behavioral reactions of heifers at the untied way of the maintenance in a modular group cage, min.,  $M \pm m$ ;  $n = 10$**

| Method of holding     | Behavioral reactions |           |            |            |             |
|-----------------------|----------------------|-----------|------------|------------|-------------|
|                       | consume food         | chew gum  | stand      | move       | lie         |
| Loose on deep bedding | 74,2±0,59            | 48,5±0,73 | 27,8±0,69  | 314,8±1,67 | 374,7±1,84  |
| Loose-boxing          | 78,7±0,91*           | 47,6±0,85 | 31,7±0,67* | 322,6±2,05 | 259,4±1,73* |
| Difference, min.      | 4,5                  | 0,9       | 3,9        | 7,8        | 15,3        |
| %                     | 6,1                  | 2,0       | 14,0       | 2,5        | 4,1         |

Note: \* the difference is significant ( $p \leq 0.05$ ), compared with the indicators for free-range keeping of animals in deep litter.

With loose housing in the deep litter, heifers spent the most time (14.6%) on rest lying down and (37.5%) on active movement and much less on eating food, chewing gum and standing rest.

With unleashed-boxing method of keeping in a modular group cage, the number of feed consumption by heifers per day was 3 times less, and water 1 time. They rest several times a day standing and chewing food, but rest standing and lying down and get up from rest lying down the same number of times (Table 5).

The detected changes in the frequency of individual behavioral reactions of heifers in loose housing with rest on the litter or in the boxes, probably due to the microclimate of the livestock, which was confirmed by further studies.



On the benefits of loose housing. heifers in different periods of pregnancy, compared with the tethered, also show the results of studies of some actions of their behavior, which are given in table. 6.

Yes, heifers 5-7 months of gestation with loose restraint in deep litter for more than 370 minutes. time was spent on active movement and 20 minutes. - to rest lying down, but for 30 minutes. less - for feed consumption, for 90 minutes. - for chewing gum and for 270 minutes.

**Table 5 - Frequency of manifestation of separate behavioral reactions of heifers at different ways of keeping in a modular-group cage, times a day,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

| Indicator                 | Regulatory values | Content in a modular group cell |                 |
|---------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------|
|                           |                   | loose on deep bedding           | loose and boxed |
| Food intake               | 8-12              | 10±0,59                         | 7±1,12*         |
| Water consumption         | 4-10              | 8±0,95                          | 7±1,12          |
| Chewing gum               | 14-20             | 7±1,12                          | 8±0,96          |
| Standing rest             | 8-15              | 9±0,85                          | 11±0,65         |
| Lying down and getting up | 7-20              | 18±3,05                         | 16±2,18         |

Note: \* a significant difference ( $p \leq 0.05$ ), compared with the indicators of the loose method of keeping animals in deep litter.

Yes, heifers in the tethered-combi-box method, compared to tethered restraint, moved much more, but spent less time feeding, resting standing and lying down and chewing feed.

It was found that, compared to the leash, heifers 5-7 months of gestation more than 200 minutes. time was spent on physical activity and less on food consumption, and on rest standing or lying down and chewing gum, respectively, 60; 40, 50 and 50 minutes

Thus, loose attachment of heifers 5-7 months of gestation, compared to tethered, has significant advantages because it promotes better motor activity of animals, which from a physiological point of view has a positive effect on fetal development. It also turned out to be natural that animals with loose housing spent much more time (25.7-28.5%) on active movement and much less on rest standing (12.5-13.9%) and lying down (30.6 -31.3%). for consumption and chewing of food, but more time they had a rest standing. Control over the duration of individual behavioral elements of heifers 8-9 months of gestation with loose restraint in deep litter showed that the motor activity of animals was 2.1% higher, and resting lying down - 6.3% more than with tethered housing. (see Table 6).

Untied-boxing of heifers for 8-9 months of gestation, compared to tethered, was also more comfortable, as indicated by an increase of 100 minutes. time that the animals spent on active movement, for 10 minutes for feed consumption and its reduction, for 20 minutes. on chewing gum, for 10 minutes. to rest standing and for 80 minutes.

Analysis of the duration of individual behavioral reactions of heifers 8-9 months of gestation showed that most of the time the animals spent in loose bedding, with rest in combi boxes and boxes spent on lying down and standing (about 50%), less on



movement and chewing gum (about 16-19%) and even less on feed consumption (11.1-12.5%).

**Table 6 - Duration of separate behavioral reactions of heifers at different ways of maintenance in modular group cages and the period of pregnancy,  $M \pm m$ ;  $n = 10$**

| Method of retention    | Behavioral reaction |      |           |      |           |      |           |      |            |      |
|------------------------|---------------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|------------|------|
|                        | move                |      | eat       |      | chew gum  |      | Rest      |      |            |      |
|                        |                     |      |           |      |           |      | standing  |      | lying down |      |
|                        | min.                | %    | min.      | %    | min.      | %    | min.      | %    | min.       | %    |
| Pregnancy 5-7 months   |                     |      |           |      |           |      |           |      |            |      |
| Leashed with a walk    | 210±0,63            | 14,6 | 180±2,28  | 12,5 | 310±5,35  | 21,5 | 240±3,71  | 16,7 | 500±4,38   | 34,7 |
| Loose on a deep litter | 390±4,14*           | 27,1 | 150±4,24  | 10,4 | 260±16,03 | 18,0 | 180±3,98  | 12,5 | 460±7,10   | 32,0 |
| Loose-combi-box        | 400±2,40*           | 27,8 | 130±4,55  | 9,0  | 260±4,76  | 18,1 | 210±4,94  | 14,6 | 440±27,18  | 30,6 |
| Loose-boxed            | 390±2,87*           | 27,1 | 140±1,89  | 9,7  | 270±5,78  | 18,7 | 190±4,54  | 13,2 | 450±6,39   | 31,3 |
| Pregnancy 8-9 months   |                     |      |           |      |           |      |           |      |            |      |
| Leashed with a walk    | 170±14,44           | 11,8 | 170±3,94  | 11,8 | 290±10,09 | 20,1 | 260±8,41  | 18,1 | 550±18,28  | 38,2 |
| Loose on a deep litter | 260±38,84           | 18,1 | 160±4,64  | 11,1 | 240±9,03  | 16,7 | 200±7,91  | 13,9 | 580±21,51  | 40,3 |
| Loose-combi-box        | 280±42,39*          | 19,4 | 160±10,71 | 11,1 | 280±7,94  | 19,4 | 270±21,33 | 18,8 | 450±7,04   | 31,3 |
| Loose-boxed            | 270±49,32           | 18,8 | 180±21,24 | 12,5 | 290±4,57  | 20,1 | 230±18,13 | 16,0 | 470±8,56   | 32,6 |

Note: \* the difference is significant ( $p \leq 0.05$ ), compared to the indicators for the tethered method of keeping animals.

Thus, the most optimal in terms of both ethological and physiological indicators was the loose method of keeping heifers with rest in the boxes. Other variants of the free-range method of keeping heifers, namely in deep litter and with rest in combiboxes, are inferior in some elements of behavior to the above.

Despite some discrepancies, the latter did not affect the physiological parameters of animals. Thus, the pulse, respiration rate and body temperature of heifers in the first, second, third and fourth periods of research in different methods of loose restraint did not differ from the tethered in stalls with walking (Table 7).

All of the above indicators of the clinical condition of animals in the study groups were within the physiological norm.

Previous research has shown that the most promising way to keep heifers is a loose way to rest in boxes. This is evidenced by 11.1% more time that heifers spent on active movement in the tethered boxing method, compared to tethered content



(Table 8).

**Table 7 - Physiological parameters of heifers in different ways of keeping in modular group cages,  $M \pm m$ ;  $n = 10$**

| Method of retention            | Research periods |          |          |          |
|--------------------------------|------------------|----------|----------|----------|
|                                | first            | second   | third    | fourth   |
| Pulse, beats / min.            |                  |          |          |          |
| Leashed with a walk            | 66,8±1,2         | 66,8±0,9 | 66,7±0,9 | 66,8±0,8 |
| Loose on a deep litter         | 66,7±1,3         | 66,4±1,1 | 66,8±1,0 | 68,1±1,3 |
| Loose-combi-box                | 66,9±1,8         | 69,2±0,7 | 68,9±0,8 | 69,2±1,2 |
| Loose-boxed                    | 66,8±1,5         | 67,4±0,9 | 67,2±1,2 | 66,8±1,4 |
| Respiration rate, times / min. |                  |          |          |          |
| Leashed with a walk            | 18,9±0,3         | 18,8±0,7 | 18,9±0,5 | 18,9±0,7 |
| Loose on a deep litter         | 18,9±1,3         | 20,3±0,8 | 19,8±1,0 | 18,6±0,8 |
| Loose-combi-box                | 19,1±0,2         | 19,2±0,7 | 19,0±1,1 | 19,8±1,2 |
| Loose-boxed                    | 18,6±0,7         | 18,8±0,6 | 19,1±0,4 | 19,3±0,5 |
| Body temperature, °C           |                  |          |          |          |
| Leashed with a walk            | 38,2±0,1         | 38,5±0,1 | 38,1±0,2 | 38,4±0,1 |
| Loose on a deep litter         | 38,6±0,2         | 38,7±0,2 | 37,9±0,8 | 38,4±0,2 |
| Loose-combi-box                | 38,5±0,2         | 38,7±0,3 | 38,6±0,4 | 38,6±0,4 |
| Loose-boxed                    | 38,4±0,1         | 38,2±0,2 | 38,4±0,1 | 38,1±0,2 |

**Table 8 - Behavioral reactions of heifers with tethered and untied methods of keeping in modular group cells,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

| Method of retention    | Behavioral reaction |      |           |      |           |      |           |      |            |      |
|------------------------|---------------------|------|-----------|------|-----------|------|-----------|------|------------|------|
|                        | move                |      | eat       |      | chew gum  |      | Rest      |      |            |      |
|                        | min.                | %    | min.      | %    | min.      | %    | standing  |      | lying down |      |
| Leashed with a walk    | 210±1,46            | 14,6 | 180±3,20  | 12,5 | 310±6,96  | 21,5 | 240±5,37  | 16,7 | 500±4,66   | 34,7 |
| Loose on a deep litter | 410±2,70*           | 28,5 | 120±2,51* | 8,3  | 260±6,58* | 18,0 | 207±5,95* | 14,4 | 443±6,27*  | 30,8 |
| Loose-combi-box        | 400±6,31*           | 27,8 | 130±5,16* | 9,0  | 260±5,34* | 18,1 | 210±6,34* | 14,6 | 440±14,5*  | 30,6 |
| Loose-boxed            | 370±5,17*           | 25,7 | 150±3,97* | 10,4 | 220±17,1* | 15,2 | 180±3,89* | 12,5 | 520±7,26*  | 36,2 |

Note. \* marked significant difference ( $p \leq 0.05$ ), compared with the indicators of the tethered method of keeping animals.

According to the tethered-boxing method of keeping in a modular-group cage, in comparison with the tethered one, the calving lasted less than 30 minutes. spend time on food consumption, for 90 minutes, or 6.3% for chewing gum, rest more lying down than standing.

Untied-combi-boxing and keeping in deep litter, compared to tethered, also





proved to be more promising in terms of keeping heifers.

Motor activity of heifers in loose bedding and loose-combi-boxing in modular group cages, compared to tethered housing, was 2.0 and 1.9 times higher. Heifers in these study groups spent less time on food intake and lying down, while chewing and resting in the same way as animals in tethered housing.

Uncomfortable keeping in deep litter and loose-combi-boxing, as well as tethered method in stalls, were less comfortable for animals.

In different ways of keeping heifers, the pulse rate, respiratory movements and body temperature of animals did not differ and corresponded to the physiological norm characteristic of this age group of cattle (Table 9).

**Table 9 - Clinical parameters of heifers by different methods of maintenance in modular group cells,  $M \pm m$ ;  $n = 10$**

| Method of retention    | Indexes             |                                |                      |
|------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
|                        | pulse, beats / min. | respiratory rate, times / min. | body temperature, °C |
| Leashed with a walk    | 67,0±1,00           | 19,0±1,00                      | 38,4±0,10            |
| Loose on a deep litter | 67,0±1,00           | 19,0±1,00                      | 38,1±0,20            |
| Loose-combi-box        | 69,0±1,00           | 20,0±1,00                      | 38,6±0,40            |
| Loose-boxed            | 68,0±1,00           | 19,0±1,00                      | 38,4±0,20            |

Calving of heifers in tethered and different variants of tethered methods took place without complications, and the live weight of newborn calves ranged from 29 to 36 kg. All animals had an active sucking reflex, were lively and consumed from 0.7 to 1.0 kg of colostrum and milk per feeding.

The use of the loose and combi-box method for keeping heifers during double milking, compared to the tied one, slightly improved the average daily milk yield of first-born cows (Table 10).

**Table 10 - The average daily milk yield of first-born cows with different methods of keeping heifers in modular group cages (double milking), kg,  $M \pm m$ ;  $n = 10$**

| Method of keeping heifers | Lactation days |            |            |            |
|---------------------------|----------------|------------|------------|------------|
|                           | first          | second     | third      | fourth     |
| Tied to walk              | 8,6±0,65       | 8,8±0,54   | 8,9±0,59   | 9,2±0,46   |
| Tied to deep litter       | 7,1±0,83       | 6,9±0,81*  | 7,4±0,82   | 7,4±0,71*  |
| Tied-combi-box            | 9,3±0,71*      | 9,7±0,72   | 9,6±0,64*  | 10,2±0,37* |
| Tied-boxed                | 10,3±0,85*     | 10,5±0,79* | 11,1±0,61* | 11,4±0,45* |

Note: \* a significant difference ( $p \leq 0.05$ ), compared with the indicators of the tethered method of keeping animals.

Thus, on the first day, the average daily yield of colostrum of first-born cows



during double milking and this method of keeping was higher, compared to keeping on deep litter, by 2.2 kg, on the third - by 2.2 and on the fourth - by 2.8 kg.

The highest average daily hopes of colostrum and milk of first-born cows turned out to be untethered-boxing of heifers in a modular-group cage, compared to tethered. Its value on the first day of the study was higher by 1.7 kg, on the second - by 1.7, on the third - by 2.2 and on the fourth - by 2.2 kg (see Table 10).

The obtained data indicate the influence of the method of keeping heifers on the future milk productivity of first-born cows, in particular on the average daily milk yield in the first days of lactation, which is also confirmed by studies and triple milking of animals (Table 11). milk of first-born cows with their previous free-range keeping as heifers in deep litter was slightly lower than with keeping in stalls on the first day after calving by 2.0 kg, on the third - by 2.6 and on the fourth - by 2.1 kg .

At the same time, the average daily milk yield of first-born cows after calving by heifers for loose and combi-box maintenance was higher than similar in animals with loose housing in deep litter on the first day of lactation 1.30 times, on the second - 1.27 times , on the third - in 1,26 and on the fourth - in 1,26 times.

**Table 11 - The average daily milk yield of first-born cows with different methods of keeping heifers in modular group cages (triple milking), kg,  $M \pm m$ ;  $n = 10$**

| Method of keeping heifers | Lactation days |             |             |             |
|---------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|
|                           | first          | first       | first       | first       |
| Tied to walk              | 10,8±0,67      | 10,8±0,61   | 11,9±0,75   | 11,6±0,68   |
| Tied to deep litter       | 8,8±0,74*      | 9,1±0,73    | 9,3±0,95*   | 9,5±0,86*   |
| Tied-combi-box            | 11,4±0,71**    | 11,5±0,67** | 11,7±0,73** | 11,9±0,64** |
| Tied-boxed                | 11,8±0,76**    | 11,6±0,85** | 12,0±0,82** | 12,5±0,45** |

Note: \* significant difference ( $p \leq 0.05$ ), compared with indicators for tethered animals.

\*\* compared with indicators for tethered keeping in deep litter.

The best for the future milk productivity of first-born cows, as well as for double milking, was the loose-box method of keeping heifers in a modular group cage, and for three-time milking.

In the first-born cows from heifers with loose and boxing content, compared with similar indicators in animals on deep litter, the average daily milk yield on the first day after calving was higher by 3.0 kg, on the second - by 2.5, on the third - by 2.7 and by the fourth - by 3.0 kg (see Table 11).

Thus, studies have confirmed the influence of the method of keeping heifers on the future milk productivity of first-born cows, and the most appropriate is free-range and boxing of animals. grazing, which, like heifers, were also kept on a leash, compared to animals on a loose bedding, spent less than 100 minutes. time for active movement on the playground and more for rest lying in the stall, while for food consumption, chewing gum and rest standing the same (Table 12).

The first-born cows, which were kept in a group of heifers in a group of heifers before calving, for more than 110 minutes. time was also spent on active movement, less than 100 minutes. to rest lying down and almost equally on the chewing gum, compared to the first-born cows, which were kept on a leash as heifers.



**Table 12 - Behavioral reactions of first-born cows with tethered and untied methods of keeping heifers in modular group cages,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

| The method of keeping heifers | Duration of behavioral reactions |      |               |      |               |      |               |      |               |      |
|-------------------------------|----------------------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|
|                               | move                             |      | consume food  |      | chew gum      |      | Rest          |      |               |      |
|                               |                                  |      |               |      |               |      | standing      |      | lying down    |      |
|                               | min.                             | %    | min.          | %    | min.          | %    | min.          | %    | min.          | %    |
| Tied to walk                  | 170±<br>14,43                    | 11,8 | 170±<br>3,94  | 11,8 | 290±<br>10,08 | 20,1 | 260±<br>8,41  | 18,1 | 550±<br>18,28 | 38,2 |
| Tied to deep litter           | 270±<br>49,32                    | 18,8 | 180±<br>21,24 | 12,5 | 270±<br>4,57  | 18,8 | 250±<br>18,13 | 17,4 | 470±<br>8,56* | 32,6 |
| Tied-combi-box                | 280±<br>42,39*                   | 19,4 | 160±<br>4,64  | 11,1 | 280±<br>7,94  | 19,4 | 270±<br>21,33 | 18,8 | 450±<br>7,04* | 31,3 |
| Tied-boxed                    | 260±<br>38,84*                   | 18,1 | 160±<br>10,71 | 11,1 | 260±<br>9,03* | 18,1 | 200±<br>7,91* | 13,9 | 560±<br>21,51 | 38,8 |

Note: \* significant difference ( $p \leq 0.05$ ), compared to the indicators of the tethered method of keeping animals.

Thus, the untethered keeping of heifers in modular group cages on deep litter and the untethered-combi-box method only slightly change the behavior of the first-born cows obtained from them, compared with analogues transferred to the group of cows, which were previously kept as heifers in stalls. .

The behavior of the first-born cows, which were obtained from heifers kept unrestrained with rest in the boxes, turned out to be the most optimal. Animals of this group spent more than 40.3% of their time on rest lying down, less - on rest standing, which had a positive effect on the average daily milk yield.

Therefore, on the basis of the conducted researches it is possible to draw a conclusion that the way of keeping heifers considerably influences behavior of the first-born cows received from them.

### Conclusions.

The positive effect of ensuring compliance with regulatory sanitary and hygienic conditions of the indoor air and methods of keeping livestock on the behavior of young animals, which is reflected in the following:

1. Heifers with loose restraints, compared with tethered spent more 1.8-1.9 times more time on active movement, less 1.2-1.5 times - on feed consumption, 1.2-1 , 4 - for chewing gum, 1.1-1.3 times - for standing rest, which indicates the comfort of rest and efficiency of the modular group cage, as well as more complete assimilation of food due to more intensive metabolism, which depends on the motor activity of animals .

2. It is established that the behavior of heifers at different sizes of the box for animal rest mostly depends on the depth of the structure, less - on its length and width. The most optimal boxing depth for heifers is 1.2-1.6 m. Boxing with a depth of 1.8 m is less comfortable for them.

3. Heifers in the tethered-boxed method compared to keeping in deep bedding, more often rested standing, fewer times consumed food, but did not differ in the



number of times consumed water, chewing gum, lying down and getting up from rest. Compared to tethered restraint, the tethered-boxing method increases the motor activity of animals by an average of 7-14%, and does not affect chewing food, standing and lying down.

## References

1. Varpikhovskiy R. L., Poloviy L. V., Yaremchuk O. S. (2011). Povedinka neteliv 5-7 misiachnoi tilnosti pry vilnomu vybori zony vidpochynku za riznykh sposobiv bezpryviaznoho utrymannia. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*. Lviv. Tom 13, # 4 (50). Ch. 4. S. 193-198.
2. Demchuk M. V., Chorniy M. V. (2011). Hihiena tvaryn ta yii kontseptualni pryntsy py profilaktyky khvorob. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Vinnytsia. Vyp. 8 (48). S. 109-116.
3. Zubets M. V. (2010). Etolohiia molochnoi khudoby [Tekst] : nauk. ta navch.-metod. vyd. UAAN, Natsionalnyi ahrarnyi un-t, Kharkivska zooveterynarna akademiia. Kh. 263 s.
4. Kirovych N. O. (1999). Rezystentnist orhanizmu telychok v zalezhnosti vid tryvalosti yikh embrionohenezu. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. # 1-2. S. 14.
5. Kozenko O. V., Sus H. V. (2013). Vplyv sezonnoho chynnyka na pokaznyky osmotychnoi rezystentnosti ta sorbtsiinoi zdatnosti erytrotsytyv krovi koriv. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*. Lviv. T. 15, # 2 (57). Ch. 3. S. 356-361.
6. Kononenko V. K., Ibatullin I. I., Patrov V. S. (2000). *Praktykum z osnov naukovykh doslidzhen u tvarynnytstvi*. K. 96 s.
7. Lamonov S. A., Pohodaev S. F. (2004). Produktivnost korov raznykh typov stressoustoichyvosty. *Zootekhnika*. # 9. S. 26-27.
8. Tykhonov S., Tykhonova N. (2006). Stressy problema preduprezhdeniya v skotovodstve. *Molochnoe y miasnoe skotovodstvo*. # 3. S. 13-16.
9. Tokarev M. F. (1995). Etolohichna kharakterystyka molodniaku velykoi rohatoi khudoby, vyroshchenoho v umovakh promyslovoi tekhnolohii [Tekst]: avtoref. dys. kand. s.-h. nauk : 06.00.17. Ukrainskyi ahrarnyi un-t. K. 19 s.
10. Tokarev M. F. (1997). Povedinka tvaryn na kompleksakh. *Tvarynnytstvo Ukrainy*. # 1. S. 46-47.
11. Chorniy M. V. (2011). Zoohihiena: stan ta aktualni napriamky rozvytku. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnoho universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnolohii im. S. Z. Gzhytskoho*. Lviv. T. 12, # 4 (46). S. 204-211.
12. Yaremchuk O. S., Zakharenko M. O., Kurbatova I. M. (2010). Etolohichni ta sanitarno-hihienichni aspekty monitorynhu tvarynnytskykh pidpriemstv. *Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Vinnytsia. Vyp. 5. S. 152-154.





UDC 619.614:628.447:636-025.31

**EVALUATION OF LIQUID WASTE FERMENTATION PRODUCTS OF ANIMAL ENTERPRISES UNDER ANAEROBIC CONDITIONS****ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПРОДУКТІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ РІДКИХ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА АНАЕРОБНИХ УМОВ****Iaremchuk O.S. / Яремчук О.С.**

ORCID: 0000-0002-3283-6107

Researcher ID: I-5176-2018

Doctor of Agricultural Sciences, professor /

Доктор с.-г. наук, професор

Vinnytsia national agrarian university, Vinnytsia, 21008

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, 21008

**Abstract.** *On the basis of sanitary and hygienic indicators of liquid manure processing products by mechanical processing methods and hydraulic manure removal systems, a hygienic assessment of the obtained components is given and the need for purification of the liquid fraction by biological methods is indicated.*

*The optimal parameters for purification of liquid fraction of manure effluents in the process of biofermentation of wastewater organic matter by elimination of contaminants with the participation of active and symbiotic sludge are established.*

*Increases the yield of biogas and improves the sanitary and hygienic performance of organic fertilizers.*

*Pre-treatment of manure effluents in aerobic-thermophilic mode and their anaerobic fermentation under mesophilic conditions enhances biomass conversion, increases biogas yield and improves sanitary and hygienic performance of organic fertilizers.*

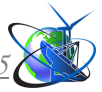
**Key words:** *product, manure, biogas, sanitary, organic.*

**Introduction.**

Sustainable development of the livestock industry as part of the national economic complex of the state is based on the widespread use of intensive production technologies based on modern breeds and types of farm animals and new poultry crosses with high genetic productivity potential, disease resistant, easily adaptable to long-term economic use and effective use feed products [4, 10, 11, 18, 19].

Particular importance is attached not only to compliance with standards and hygiene requirements and rules for optimizing housing conditions [17, 20, 21], feeding [7, 9, 22], care and exploitation of animals and poultry, health and conservation of livestock, but also the protection of the environment from contamination by waste from livestock enterprises [8, 13, 14, 16].

Application to such enterprises for waste processing developed methods and technologies for their utilization, based on biological methods ne pollution recovery is not always effective, especially in the conditions of artificially created zooecosystems that operate in a closed mode. Accumulation in small areas of large amounts of waste from livestock enterprises, namely manure, manure and process effluents, manure contaminates soils, water bodies and the air basin with harmful gases, microorganisms, dust and other products of decomposition of organic waste, which is a major problem on the way creation of large complexes for the production of livestock products.



### **Review of literature sources.**

The main role in the conversion of organic matter in livestock waste belongs to various species of bacteria, microalgae and fungi. Microorganisms of manure or manure drains belong to different groups, but depending on the need for oxygen they are divided into aerobes and anaerobes [2, 6]. biomass of activated sludge and biofilm is formed. Morphologically, such a community consists of representatives of many systematic groups - bacteria, actinomycetes, fungi and algae. Bacteria form the basis of community biomass. [15]

The most numerous species in the microflora of aerobic systems are *Pseudomonas*, gram-negative rod-shaped bacteria. The order of *Pseudomonas* includes 50-80% of the biomass of activated sludge bacteria formed by aerobic methods of wastewater treatment. This order includes bacteria that oxidize nitrites (*Nitrosomonas*), sulfur compounds (*Sulfomonas*, *Thiobasilus*). Many species of *Bacterium* are found in effluents. These include ammonifiers *Bact.mycoides*, which are involved in the destruction of organic nitrogen-containing compounds, namely: proteins, urea, amino acids with the formation of ammonium ions or free ammonia. The composition of microorganisms in activated sludge and biofilm is capable of changes in a wide range and depends on the fermentation conditions, the process temperature. The influence of mutagenic waste factors on the composition of the microflora of sewage treatment plants has been noted. [12] The most studied microorganism that oxidizes ammonium nitrogen to nitrites - phase I nitrification - is *Nitrosomonas europaea* [3].

### **Actuality of theme.**

The development of the livestock industry is closely linked to the introduction of the latest production technologies, which, in addition to economic benefits, exacerbates the environmental problems associated with the concentration of livestock and the accumulation of significant excrement and technological effluents in limited areas. the amount of animal excrement and waste from enterprises with intensive technologies of livestock production in many cases exceeds the conversion capacity of soils and water, pollutes the air with toxic substances, microorganisms, dust, increases the environmental pressure of livestock facilities on the environment.

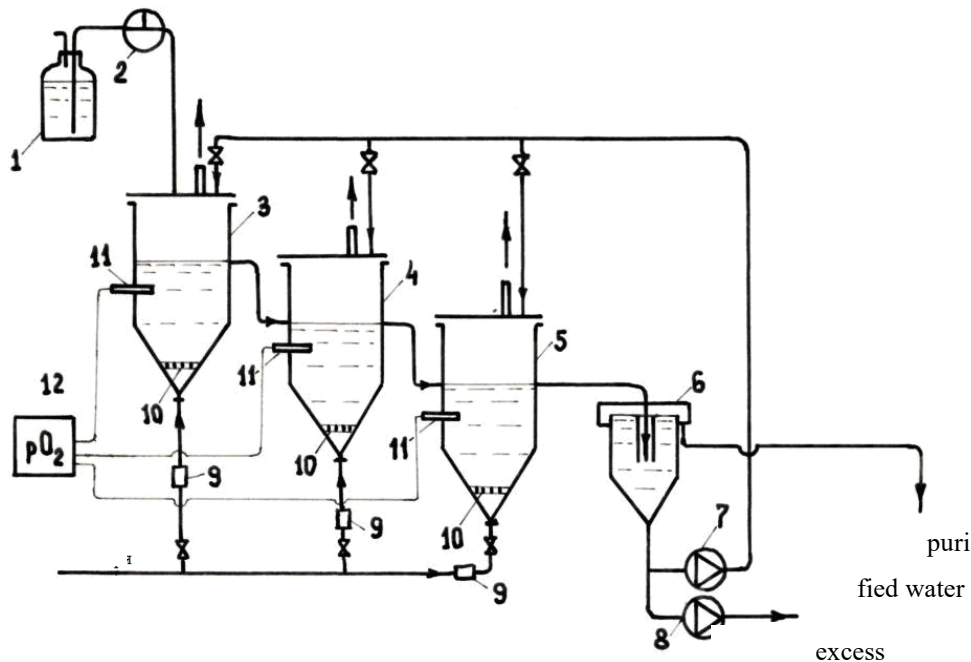
### **The purpose and objectives of the study.**

The aim of the work was to develop theoretical aspects (provisions) of biotechnologies for waste disposal of livestock enterprises in a closed zooecosystem by determining the physicochemical properties of fecal masses of animals and manure effluents of livestock enterprises, the main parameters of biofermentation of waste under ana- and aerobic conditions and sanitation.

The goal set in the work was achieved by studying the sanitary and hygienic indicators of fecal masses of cows, pigs and laying hens for different types of feeding and intensive production technologies.

### **Research methods.**

For research of sanitary and hygienic indicators the laboratory installation which was characterized by three-stage process without intermediate removal of a deposit (activated sludge) from system was used (fig. 1).



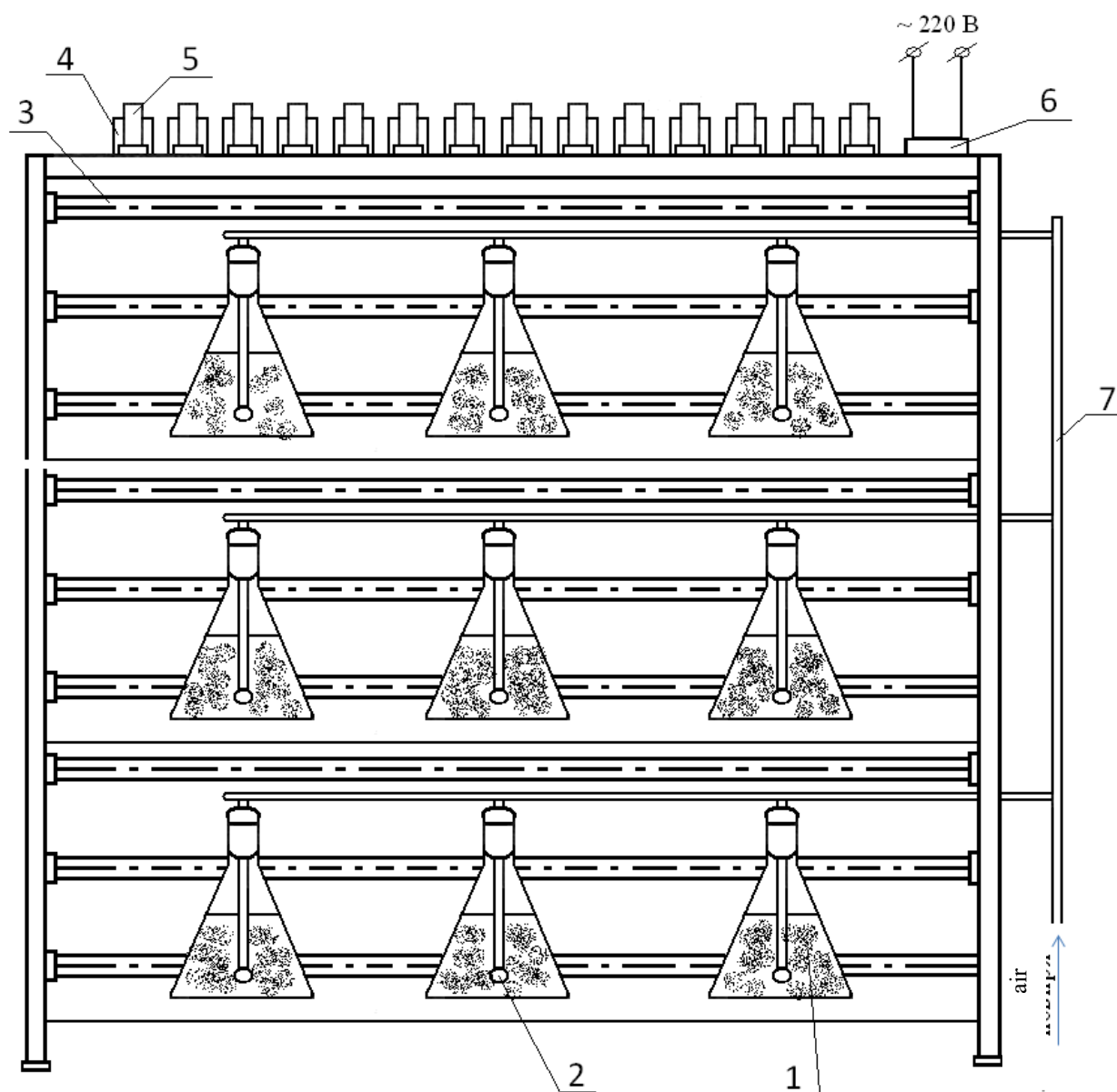
**Fig. 1 - Schematic diagram of the installation of three-section treatment of manure effluents under aerobic conditions (flow regime).**

In this series of studies, three experiments were conducted. In the first experiment, the sanitary and hygienic parameters of manure effluents after biofermentation without return of activated sludge at the rate of their dilution at  $D1 = 0.09 \text{ h}^{-1}$  and  $D2 = 0.07 \text{ h}^{-1}$  were studied. The second experiment studied the same indicators of manure effluents after biofermentation, but at 150% recirculation of activated sludge in the third stage of the bioreactor at a dilution rate of  $D1 = 0.09 \text{ h}^{-1}$  and  $D2 = 0.07 \text{ h}^{-1}$ . To compare the data obtained in the first and second experiments, similar studies were performed on an aeration tank mixer. Cultivation of manure effluents under these conditions was performed at a dilution rate of  $D1 = 0.09 \text{ h}^{-1}$  and  $D2 = 0.07 \text{ h}^{-1}$ .

In the samples of manure effluents before and after biofermentation at different hydrodynamic regimes and dilution rates without recirculation and with recirculation of activated sludge (sludge) in the system investigated the degree of removal (conversion) of OP (contaminants) and inorganic components, as well as physiological groups of microorganisms.

The third stage of research was devoted to the study of the processes of transformation of PR (contamination) of manure effluents and sanitary and hygienic indicators of the obtained products of biofermentation under the action of microalgae. The experiments were performed using a special laboratory installation for growing polyculture of microalgae (Fig. 2).

The processes of OR transformation of manure effluents from pig enterprises with the participation of microalgae were studied in different modes of aeration and pH stabilization of the mixture. For this purpose, three series of experiments were performed using native pig effluents of different degrees of dilution or liquid fraction obtained after purification of manure effluents with activated sludge.



**Fig. 2 - Schematic diagram of the installation of manure effluent treatment with microalgae (periodic mode).**

*1 - bulb, 2 - bubbler, 3, 4, 5, 6 - lighting system, 7 - air distribution manifold.*

Pratt's medium with the addition of manure. The polyculture of microalgae included representatives of the genera *Chlorella*, *Scenedesmus* and *Ankistrodesmus* with impurities *Chlorella vulgaris*, which was used to record biomass growth. Microalgae were added to the effluent in the amount of  $6.93 \pm 0.6$  million cells / ml of medium in all series of the experiment. In the process of biofermentation of effluents, the optimal illumination of biomass (3000 - 5000 lux) and the temperature of the cultivation medium (20°C) were maintained. In effluents, the total microbial count and the total number of activated sludge anaerobes, coli-titer and enterococcal titer were determined [ISO 8199: 1988; ISO 9998]. Sewage samples before and after treatment, as well as activated sludge were sown on selective media. To determine the ammonifying microorganisms in the effluents, Oleynik's medium was used, Hutchinson's cellulose-destroying, Imshenetsky's anaerobic, Rubenchin's urolytic, Rushman's amylolytic and butyric acid, I and II - Vinogradsky I and II axiomyces,





nitrifiers I and II. The number of microorganisms in the samples on liquid media was controlled by the McCready method, and on solid - by counting the number of colonies grown in Petri dishes. The number of anaerobes and the total microbial count of effluents were calculated after incubation of samples at a temperature of 27 °C on Wilson-Blair medium [1, 5, 14]. agar with the addition of triphenyltetrazolium chloride and crystalline violet. Aickman's medium from TTX was used to isolate *Escherichia coli*. By repeated inoculations on solid and liquid nutrient media, algologically pure cultures of microalgae were obtained, which were counted in Goryaev's chamber.

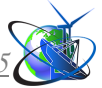
Research results. Unlike aerobic, in anaerobic conditions biofermentation can not provide deep removal of organic contaminants from waste. The depth of destruction (fermentation) of OR components of contaminants in the anaerobic process of biofermentation of manure effluents is limited by bioenergy laws and has well-defined limits that depend on the chemical composition of the components and their ratio. Therefore, the purpose of this stage was to study the degree of destruction of organic matter from pig waste by anaerobic biofermentation and to determine a number of kinetic constants of this process. Manure effluents after filtration through a 3 mm sieve were used for the studies. For this purpose, native liquid manure from pork enterprises was used, which was previously freed from impurities. As shown by research, the filtration of liquid manure had little effect on the chemical composition of the obtained manure effluents, table. 1.

**Table 1 - Chemical composition of liquid pig manure, %,  $M \pm m$ ,  $n = 3$**

| Indicator             | Concentration |
|-----------------------|---------------|
| Humidity              | 94,2±2,10     |
| Dry matter            | 5,8±0,46      |
| Ash, % ACP            | 21,4±0,90     |
| Crude fat             | 3,4±0,90      |
| Crude protein         | 11,9±2,40     |
| Total carbon, g / l   | 14,8±2,80     |
| Total nitrogen, g / l | 2,9±0,40      |
| LJK, g / l            | 0,2±0,05      |

The research results show that the depth of fermentation of PR for different components of waste is different. Thus, for protein it is 54-60%, and for fats - 45-90%. Studies have shown that the maximum depth of fermentation of OP is not a constant value for each of these classes of compounds, but varies depending on the composition of raw materials, the ratio of components and the presence of other compounds involved in redox processes. In each case, the maximum depth of fermentation of the OP raw material depends on the ratio of donors and electron acceptors. The maximum depth of fermentation of total carbon, which reaches 60% of its initial concentration, is relatively constant for the studied objects.

It is known that the process of fermentation of liquid manure under anaerobic conditions includes two stages: acidic and alkaline. - 5 days). During this period, there is a high concentration of acetic, propionic and butyric acids in a mixture



subjected to anaerobic biofermentation. First, the maximum level is reached by acetic acid - 1.2 g / l, and then propionic and butyric 0.61 g / l and 0.19 g / l, respectively. From 5 to 10 days there is a sharp decrease in the total content of LH in the biomass and each of the acids, which correlates with an increase in the volume of biogas produced and a change in the ratio of methane and carbon dioxide in the gas mixture.

Important for optimizing the system, ie the process of biofermentation, is the calculation of the process under flow conditions, which includes the determination of kinetic constants for dissolved and suspended components of the feedstock. This is due to the fact that the calculated volume of the biofermenter significantly depends on the hydrodynamic characteristics of the interaction conditions of the substrate and biomass.

The high rate of utilization of raw materials at the beginning of the biofermentation process is due to the decomposition of dissolved and fine components, after depletion of which it is determined by hydrolysis of more complex compounds until complete cessation of the process.

In this regard, the development of new and improvement of existing technologies for processing animal waste, including anaerobic biofermentation of biomass in anaerobic conditions is an important element of modern technologies for livestock production. At the same time, the issue of sanitary and hygienic assessment of biofermentation products of livestock waste obtained during the operation of biogas plants becomes especially important.

Achieve high efficiency of biogas plants and obtain processed products safe in sanitary and epidemiological terms is possible by optimizing the technological parameters of the fermentation of organic matter of waste, the impact on the life of microorganisms and pathogens of invasive diseases. Therefore, the main purpose of this stage was to investigate the parameters of the process of anaerobic biofermentation of liquid manure and sanitary and hygienic parameters of the fermented product at different fermentation times and biomass temperature.

The resulting biomass was loaded into the fermenter 2 times a day. The volume of the original biomass was 6 liters, to which was added 1 liter of fermented substrate (yeast). fermentation time of 5 or 10 days, the specific yield of biogas per unit volume of biomass reached 2.2 - 1.9 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> (Table 2). The degree of conversion of organic matter of manure was 20.0 and 26.6%, respectively, and the specific yield of biogas from 1 kg of fermented mass - 0.55 - 0.65 m<sup>3</sup>.

This is due to the fact that low-molecular-weight organic compounds of liquid manure, which are in soluble form in the form of a fine phase, are first fermented. That is, the energy potential of the organic matter of liquid manure under anaerobic conditions of biofermentation is not fully used. Reducing the loading dose of the bioreactor to 0.07 or 0.05 days<sup>-1</sup> and, accordingly, increasing the biofermentation time to 15 or 20 days reduces the specific yield of biogas per unit volume by 1.6 and 1.7 times compared to the loading dose  $D = 0.07$  days<sup>-1</sup> and 1.4 and 1.6 times compared with  $D = 0.05$  days<sup>-1</sup>.

The specific yield of biogas from 1 kg of fermented raw materials increased by 1.3 and 1.1 times and 1.4 and 1.4 times, respectively, at the above levels of loading and biofermentation time of the fermenter.



**Table 2 - Milk production and specific biogas yield depending on the loading dose of the bioreactor under anaerobic conditions**

| Dilution rate, (D), days-1 | Fermentation period, days | The degree of destruction of the OP, % | Specific yield of biogas, m <sup>3</sup> / kg OR |
|----------------------------|---------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 0,2                        | 5                         | 20,0                                   | 0,55                                             |
| 0,1                        | 10                        | 26,6                                   | 0,65                                             |
| 0,07                       | 15                        | 30,0                                   | 0,70                                             |
| 0,05                       | 20                        | 35,0                                   | 0,89                                             |
| 0,04                       | 25                        | 38,0                                   | 0,92                                             |
| 0,033                      | 30                        | 40,0                                   | 0,89                                             |

A further increase in the fermentation time of liquid manure biomass to 25-30 days and loading the fermenter at  $D = 0.04-0.033$  days-1 does not cause a significant increase in biogas yield. However, increasing the degree of destruction of organic matter to 38 - 40% brings it closer to the limit of technical fermentation. Thus, the energy potential inherent in the chemical bonds of organic matter of manure of livestock enterprises under such conditions is used almost completely. However, extending the biofermentation time of liquid manure by a factor of 1.5 leads to an increase in the volume of the bioreactor, which in turn increases capital and operating costs. Thus, the degree of destruction of the OP of liquid manure at  $D = 0.1$  dB-1 was even lower by 4.6% compared with similar data obtained without mixing the substrate, and remained unchanged when diluting the mixture  $D = 0.05$  days-1 (Table 3).

**Table 3 - Chemical composition of liquid manure of enterprises for the production of milk and products of its processing at different loads of the bioreactor,  $M \pm m$ ,  $n = 4$**

| Biomass                      | Indicator  |             |             |             |             |
|------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                              | Humidity,% | Ash,%       | ACP, g / kg | OR, g / kg  | LJK, g / kg |
| Source                       | 92,58±0,48 | 23,78±0,98  | 74,20±4,80  | 56,55±1,98  | 5,31±0,64   |
| Fermented, $D = 0.1$ days-1  | 93,64±0,17 | 30,58±0,51* | 63,57±1,70  | 44,14±1,33* | 8,35±1,14   |
| Fermented, $D = 0.05$ days-1 | 94,56±0,68 | 32,39±0,34* | 54,32±6,80  | 36,67±2,42* | 4,01±0,65   |

\* -  $p \leq 0.05$  compared to the original biomass

The processes of biofermentation and the efficiency of destruction of organic matter of biomass are significantly affected by the temperature in the reactor. It is established that the increase of biomass temperature at the beginning of the anaerobic biofermentation process from 22 to 52°C reduces by 6.5 - 7 times the period of plant start - up and its output to the optimal mode. The degree of destruction of organic matter of manure biomass within the specified temperature limits increased from 8.37 to 61.82%, ie 7.4 times, and the methane content in biogas increased by 24.21% and amounted to 71.4%.



The yield of biogas under anaerobic conditions depended on the biomass temperature and was exponential. The same dependence was found on the methane content in biogas, although it had certain features. At a biomass temperature of 15 °C in the process of biofermentation, a relatively constant yield of biogas and methane content was observed. At the stage of starting the fermentation process and in the channel, the biogas yield practically did not exceed 0.4 m<sup>3</sup> / m<sup>3</sup> of biomass, and the methane content in it was at the level of 17%.

The decrease in biomass temperature under anaerobic conditions of biofermentation significantly increased the concentration of LW in the mixture, which correlates with a decrease in the methane content in the biogas.

Studies have shown that the total microbial count of the product obtained in the process of biofermentation of liquid manure is reduced by two orders of magnitude in both thermophilic and mesophilic regimes.

Under the mesophilic regime of biofermentation and anaerobic conditions, the number of acid-forming bacteria in the biomass increases from  $7.1 \cdot 10^4$  to  $2.45 \cdot 10^6$  microbial cells / g, and spore-forming remains unchanged. Under these conditions, cellulose-destroying aerobes in the biomass disappear completely, and the number of anaerobic cellulose-destroying bacteria increases significantly, which correlates with an increase in the content of LHL.

Under the thermophilic regime and anaerobic conditions of biomassation of biomass, the species composition of the microflora changes more dynamically. Thus, the number of acid-forming bacteria is reduced in biomass from  $10^6$  to  $10^3$  microbial bodies / g, spore-forming - from  $10^5$  to  $10^3$  and proteolytic - from  $10^5$  to  $10^3$ . Fungi, including yeast and actinomycetes under thermophilic conditions disappear completely in biomass.

It is important from a sanitary point of view that salmonella and staphylococci were not detected in the tested samples of liquid obtained after fermentation under the thermophilic regime. Bacteria of the *Escherichia coli* group in biomass after fermentation in the thermophilic regime are also virtually absent, and in the mesophilic - are found in small quantities. Increasing the fermentation time of biomass in the reactor under thermophilic conditions significantly reduces the total number of viable bacteria. It is established that the maximum disinfection of biomass in reactors under anaerobic conditions occurs at a temperature of 52 °C and a process duration of 10 days, which corresponds to a flow rate  $D = 0.1$  days<sup>-1</sup>.

Fermented under anaerobic conditions and thermophilic regime, biomass can be used without restrictions as an organic fertilizer.

Characterization of biomass in terms of value as an organic fertilizer showed that the nitrogen content in it under the mesophilic regime is almost no different from the original effluent, and the loss of this element did not exceed 6.0% of the total level. Under the thermophilic regime of fermentation of manure effluents, nitrogen losses reach 30% of the total content. m<sup>3</sup> of bioreactor at  $D = 0.2$  days<sup>-1</sup>, and the value of specific gas formation decreases, which can be explained by the deterioration of the process of methanogenesis.

According to sanitary and hygienic indicators, biomass fermented under anaerobic conditions and thermophilic regime predominates over similarly obtained





products (organic fertilizers) in mesophilic process parameters. It turned out to be important that in the processes of intensification of the biofermentation reactions of waste OP under the mesophilic regime lies its phase separation and control of the stage preceding methane fermentation. That is, one of the requirements of this technology of organic waste processing is a combination of aerobic-thermophilic fermentation of OP in the first stage (acidogenic phase) and anaerobic-mesophilic fermentation in the second stage (methanogenesis phase).

Studies have shown that increasing the temperature of liquid manure under anaerobic conditions of biofermentation from 15 to 22°C did not affect the content of moisture, ash, ACP and OP (Table 4). did not affect the moisture level in the biomass, but increased the ash content by 3.9% and reduced the ACP content by 34% compared to native effluents.

**Table 4 - Chemical composition of native effluents and products of their processing at different temperatures,  $M \pm m$ ,  $n = 4$**

| Temperature,<br>° C | Indicator   |             |            |             |             |
|---------------------|-------------|-------------|------------|-------------|-------------|
|                     | Humidity,%  | Humidity,%  | Humidity,% | Humidity,%  | Humidity,%  |
| 15                  | 89,30±0,15  | 22,10±0,54  | 107,0±1,5  | 83,35±1,84  | 3,77±0,91   |
|                     | 90,65±0,18  | 23,05±1,08  | 93,5±1,8   | 71,94±2,04  | 11,20±1,63* |
| 22                  | 89,70±0,48  | 21,58±0,96  | 103,0±4,8  | 80,77±3,44  | 3,76±0,54   |
|                     | 90,50±0,21  | 22,09±0,49  | 95,0±2,1   | 74,01±2,40  | 7,20±0,87*  |
| 27                  | 89,30±1,02  | 21,45±1,06  | 107,0±10,2 | 84,05±3,58  | 3,77±0,68   |
|                     | 92,70±0,63  | 25,35±0,39* | 73,0±6,3*  | 54,49±1,25* | 6,98±0,48*  |
| 32                  | 88,73±1,19  | 22,63±0,45  | 112,7±11,9 | 87,19±3,50  | 3,44±0,50   |
|                     | 93,50±0,24* | 25,26±0,68* | 65,0±2,4*  | 48,58±1,20* | 5,68±0,17*  |
| 52                  | 89,40±0,71  | 21,54±1,09  | 106,0±7,1  | 83,16±2,48  | 3,48±0,40   |
|                     | 95,60±1,24* | 27,84±1,20* | 44,0±12,4* | 31,75±3,40* | 3,11±0,14   |

*In the numerator the data of native effluents, in the denominator - after biofermentation;*

*\* -  $p \leq 0.05$  compared to native effluents*

Increasing the biomass temperature to 32° C under anaerobic fermentation conditions contributed to an increase in moisture content by 4.8%, ash - by 2.6% and a decrease in the level of ACP and SR, respectively, 1.7 and 1.8 times compared with native effluents. A similar pattern of changes in the above indicators was registered under the conditions of the thermophilic regime of the biofermentation process, which in turn affected the species composition of bacteria, and hence the cleavage of waste OP.

At a temperature of 52 °C, the humidity of biomass increased by 6.2, ash content - by 6.3%, and the content of OP and ACP decreased by 2.6 and 2.4 times, respectively, compared to native effluents.

Therefore, based on the obtained results, it can be concluded that the chemical composition of the products of processing manure effluents of the pig complex after biofermentation depends on the ambient temperature and determines the yield of biogas and its composition. This is indicated by significant changes in the



concentration of LH in biofermentation products compared to their content in native effluents.

It is shown that at the temperature of the mixture in the bioenzyme 15°C the amount of LV in the obtained biomass, compared with the initial level increased 3 times, at 22°C - in 1.9, at 27°C - in 1, 8, at 32°C - 1.6 times, and at 52°C - did not change. Therefore, with increasing temperature of the mixture, the rate of formation of LVH under anaerobic conditions of biofermentation of manure effluents decreases significantly. Probably, this fact can be associated with a significant reduction in the period of the process to the optimal mode, or the inhibitory effect of high temperatures on the physiological activity of acid-forming bacteria. This is consistent with the previously given data on their amount and in wastewater fermentation of manure effluents of the dairy complex under anaerobic conditions. (Table 5).

**Table 5 - Specific yield of biogas by anaerobic biofermentation of manure effluents of the pig complex at different temperatures,  $M \pm m$ ,  $n = 4$**

| Temperature,<br>° C | Indicators             |                                                  |                                                                   |
|---------------------|------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|                     | Optimal yield,<br>days | Specific biogas yield,<br>m <sup>3</sup> / kg OP | The composition of biogas,<br>% CO <sub>2</sub> / CH <sub>4</sub> |
| 15                  |                        |                                                  | 83,30±0,60                                                        |
|                     |                        | 0,4                                              | 16,70±0,60                                                        |
| 22                  | 21-26                  |                                                  | 52,81±4,32                                                        |
|                     |                        | 5,6                                              | 47,19±4,32                                                        |
| 27                  | 15-18                  |                                                  | 51,88±8,88                                                        |
|                     |                        | 9,9                                              | 48,12±8,88                                                        |
| 32                  | 8-9                    |                                                  | 43,46±3,43                                                        |
|                     |                        | 14,2                                             | 56,54±3,43                                                        |
| 52                  | 3-4                    |                                                  | 28,60±2,51                                                        |
|                     |                        | 21,4                                             | 71,40±2,51                                                        |

It was found that the specific yield of biogas during fermentation of manure effluents of the pig complex under anaerobic conditions with increasing temperature from 15 to 32°C, ie for every 5°C increased by 14.0; 1.8; 1.5 times, and at a temperature of 52°C, ie in the thermophilic regime - 53.5 times compared to similar data at 15°C.

It is also important that with increasing biomass temperature in the bioreactor changes the ratio of gases in the mixture, which is formed in the process of biofermentation under anaerobic conditions, by increasing the amount of methane and reducing the CO<sub>2</sub> content. Thus, at 15°C the ratio of CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> was 5: 1, at 22°C - 1: 1, at 27°C - 1: 1.3 and at 52 °C - 1: 2.5.

Therefore, ensuring the optimal temperature regime in the biofermentation of manure effluents of the pig complex under anaerobic conditions is the basis for obtaining a high specific yield of biogas, including methane.

Especially important in this regard were the parameters of the process to the optimal mode. It is proved that the shortest time of the process to reach the optimal



mode at a temperature of 52 °C, ie thermophilic mode. The gradual decrease in the biomass temperature in the reactors increased, and to a large extent the time of the process reaching the optimal regime, which at a temperature of 15 °C averaged 21 - 26 days against 8 - 9 days in the mesophilic and 3 - 4 days - in the thermophilic regime.

On the basis of the conducted researches it is possible to draw a conclusion about dependence of a course of biofermentation of manure drains of a pig complex on temperature of environment under anaerobic conditions.

The processes of biofermentation of organic matter from animal waste under anaerobic conditions are known to occur under the action of microorganisms that are capable of destroying high molecular weight organic compounds with the formation of simple substances, including organic acids and carbon dioxide and methane. The rate of biofermentation reactions depends on the chemical composition, physical properties of the manure, the parameters of the processing process and, as previous studies have shown, almost do not depend on the level of humidity.

The efficiency of the biofermentation process of manure, which leads to the formation of methane, is also affected by the residence time of biomass in the reactor and the associated degree of biodegradation of organic matter (bioconversion). The maximum specific productivity of a bioreactor depends on its working volume. However, this does not always provide a complete decomposition of the OP manure. The main parameter that affects the efficiency of the process of methane fermentation of manure is its chemical composition and physical properties.

It is known that increasing the content of OP per unit volume of bioenzyme increases the yield of biogas, but impairs the processes of heat and mass transfer, which reduces the depth of its destruction. Reducing the content of OP in biomass, on the contrary, requires additional energy to maintain the process of methanogenesis at an optimal level. As for the changes in the content of individual components of organic matter in the process of anaerobic biofermentation of manure, they have been studied to a much lesser extent and require additional research.

Studies have shown that the physical properties of native manure of laying hens of an industrial herd is a heterogeneous dark mass of semi-liquid consistency, consisting of different particle size of gray-green color.

The study of the main parameters of the process of biofermentation of manure under anaerobic conditions showed that it proceeds according to a known scheme, which includes acidic and alkaline phases at an initial humidity of 91.0%.

It is proved that under these conditions the maximum amount of gas is formed in the bioreactor on the 4th, 9th, 14th and 23rd days. During this period, there is an increase in the degree of biofermentation of organic matter of manure, which is respectively 31.4; 40.05; 47.13 and 57.14% of its initial level. A similar pattern of changes in the content of PR was obtained by other authors in developing a model of bacterial decomposition of solid substrates in the periodic regime under anaerobic conditions.

It was found that from 1 to 6 days of fermentation the rate of formation of other gases from the OP manure exceeds the release of methane. This is due to the fact that in the beginning there is an activation of the hydrolysis reactions of macromolecular



organic compounds of manure with the formation of LVH. Thus, the content of OP in the manure of laying hens after the biofermentation process reached the optimal regime on the first day, compared with baseline, decreased by 12.4%, on the second - by 22.5%, on the third - by 27.4%, on the fourth - by 31.4%, on the fifth - by 29.3%, staying at this level until the 11th day. From the 14th to the 28th day, the content of OP in the biomass of manure in the process of biofermentation under anaerobic conditions varied, but to a much lesser extent. Its further decrease within 47.1% on the 14th day and 55.8% - on the 28th day, compared with the initial value, although it indicates a deepening of the destruction of organic matter, but to a much lesser extent than during the first 9 - 11 days.

In the period from the 35th to the 65th day, the content of OP in the biomass of manure did not change, but decreased compared to its initial level by 2.8 times. Therefore, based on the obtained results, it can be concluded that the highest intensity of biofermentation processes of diluted manure of laying hens under anaerobic conditions is observed in the first 6 - 7 days of the process.

This conclusion is confirmed by the results of research on the formation of various gases in the process of biofermentation of manure and indicators of the degree of its biofermentation and the amount of fermented OR.

During this period, there is an intense release of carbon dioxide. Thus, on the third day of the experiment, its content in biomass reaches 78 - 80% of the total amount of biogas. On the sixth day of fermentation the ratio of carbon dioxide and methane is 1: 1, but on day 7-8 the intensity of methane formation in biomass significantly exceeds the process of carbon dioxide evolution and on the tenth day the ratio of these gases in biomass is - 7: 3. day, the intensity of gas formation in the reactor decreases, and the composition of biogas is characterized by the ratio  $\text{CH}_4$ :  $\text{CO}_2$  = 6: 4.

It is established that the process of biofermentation of organic matter in chicken manure is almost completed on the 46th day, as evidenced by a decrease in biogas 45-65 ml / day and for 20 days did not change.

It was found that the amount of fermented manure in the process of its biofermentation for 65 days varied significantly, but without a certain pattern. The largest amount of fermented OP manure of laying hens under anaerobic fermentation conditions is observed during the first 4 days of the process, then it decreases slightly, gradually increasing on the 7th and especially on the 9th and 14th day. Subsequently, from the 14th to the 21st day, the amount of fermented OP manure decreases slightly compared to the previous period, and then decreases sharply from the 23rd to the 60th day (Table 6).

The obtained results on the amount of fermented OP manure of laying hens are closely correlated with its total content and degree of biodegradation.

Decreases in the organic matter content of biomass during fermentation are closely related to the conversion of individual components of manure - carbohydrates, fats and proteins. Moreover, in the process of long-term biofermentation, this pattern changes.

Of particular interest were studies to study the carbon content in the biomass of laying hen manure in the process of biofermentation under anaerobic conditions. This





indicator primarily characterizes not only the intensity of conversion of organic matter, but also the formation of carbon dioxide. The decrease in carbon content in biomass in the first 6 days of its fermentation by 9.4 g/kg, or 36.0% compared with similar data of raw materials.

**Table 6 - Degree of destruction of organic matter of manure of laying hens at different term of biofermentation (anaerobic conditions),  $M \pm m$ ,  $n = 3$**

| Fermentation period, days | Indicators      |                                |                                     |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------------------------|
|                           | OR, g / l       | Degree of destruction of OR, % | Number of fermented OR, g / l • day |
| Raw materials             | $67,9 \pm 0,05$ | -                              | -                                   |
| 1                         | $59,5 \pm 0,25$ | $12,37 \pm 0,15$               | $8,4 \pm 0,34$                      |
| 2                         | $52,6 \pm 0,44$ | $22,53 \pm 0,25$               | $6,9 \pm 0,25$                      |
| 3                         | $49,3 \pm 0,31$ | $27,39 \pm 0,18$               | $3,3 \pm 0,14$                      |
| 5                         | $47,7 \pm 0,25$ | $29,8 \pm 0,15$                | -                                   |
| 9                         | $40,4 \pm 0,5$  | $40,05 \pm 0,28$               | $4,4 \pm 0,15$                      |
| 14                        | $35,9 \pm 0,87$ | $47,13 \pm 0,53$               | $6,9 \pm 0,28$                      |
| 21                        | $29,2 \pm 0,13$ | $56,99 \pm 0,18$               | $4,5 \pm 0,15$                      |
| 28                        | $30,0 \pm 0,15$ | $55,81 \pm 1,2$                | -                                   |
| 35                        | $25,9 \pm 0,13$ | $61,8 \pm 0,94$                | $0,41 \pm 0,02$                     |
| 40                        | $24,8 \pm 0,13$ | $63,47 \pm 0,15$               | $1,1 \pm 0,1$                       |
| 60                        | $23,8 \pm 0,25$ | $64,9 \pm 0,25$                | $0,1 \pm 0,01$                      |
| 65                        | $24,2 \pm 0,25$ | $64,35 \pm 1,25$               | -                                   |

In direct dependence on the content of the main components of biomass formed from the manure of laying hens, there was also the content of LHL - the main intermediate product of anaerobic fermentation of organic matter. Thus, on the first day the level of LHL in biomass, compared to their initial level, increased 1.3 times, on the 2nd - 2.5 times, on the 3rd - 3 times, on the 4th, on 5th and 6th - 3.6 times. That is, the highest intensity of LVL formation in the process of biofermentation of laying hen manure was observed in the first 3-4 days, and then was at this level for another 2-3 days and began to decline sharply in the next period of the biofermentation process.

Thus, already on the 7th day of fermentation the content of LH in biomass decreased 1.3 times, on the 9th - 2.2 times, on the 14th - 2.4 times, on the 17th - 3 times, 4 times, on the 21st - 6.5 times and on the 23rd - 18.9 times compared to similar indicators on the 6th day, when this indicator had the highest value. As can be seen from Table 3.58, the pH of biomass by anaerobic biofermentation of manure was closely correlated with the content of LH in the mixture. In the first 6 days of the process, the pH of the mixture shifted from 7.6 to 7.2.

In parallel with a significant decrease in the content of LH in the biomass during anaerobic biofermentation from the 7th to the 28th day, a decrease in the content of proteins, fats, carbohydrates and carbon was registered. Thus, during this period of biofermentation, the fat content in biomass under anaerobic conditions decreased by



2.5 times, and these changes occurred in two periods. The first period was observed from the 7th to the 17th day, and the second - from the 21st to the 28th day, remaining virtually unchanged until the end of the biofermentation period (65th day).

A slightly different pattern was observed with respect to the protein content in the mixture during its long-term biofermentation under anaerobic conditions. In the period from 7 to 28 days, the protein content in the mixture decreased 1.4 times, and then on the 40th day - 2.3 times, on the 50th - 2.9 times, on the 60th - 3.5 times compared to the original data.

Similar changes have been registered in the content of carbohydrates and carbon in the biomass from the manure of laying hens in the process of its biofermentation. Like the lipid content, the level of carbohydrates in the biomass of manure from 7 to 28 days decreased by 42.7%, and then until the end of the biofermentation process remained unchanged. This indicates the completion of the process of breaking down carbohydrates at earlier stages under the action of microorganisms.

The carbon content in the dynamics of the process of biofermentation of manure changed in a similar way, because it largely depended on the amount of carbohydrates and fats in the biomass. Thus, in the period from 7 to 28 days, the carbon content in the fermentation mixture decreased by 1.5 times, and then until the 65th day did not undergo special changes.

A significant decrease in the intensity of the conversion of organic matter in the manure of laying hens in the process of biofermentation was accompanied not only by a decrease in the content of LHL, but also contributed to a shift in the pH of biomass towards alkaline values. It is shown that from the 7th to the 28th day the pH of the mixture in the bioenzymeter gradually increased from 7.4 to 8.7. Moreover, the increase of this indicator towards alkaline values was gradual and correlated with a decrease in the content of LHL and an increase in the ash content of the mixture. However, significant changes in the pH of the mixture adversely affected the activity of saprophytic microorganisms and did not affect *Escherichia coli*. From the 14th day of the biofermentation process until the end of the experiment, the pH of the biomass did not change.

Thus, on the basis of the conducted researches it is established that the most intensive processes of OP cleavage by anaerobic biofermentation of diluted manure of laying hens take place in the first 5 - 6 days, and the formation of LHC - in the first 2 - 3 days.

To improve the sanitary safety of chicken manure processing products, it is necessary to carry out pre-treatment under conditions of aerobic-thermophilic stabilization of raw materials in the process of biofermentation under anaerobic conditions. This technique, as shown by previous studies, is an effective means of improving the sanitary and hygienic performance of the fermented product.

The decrease in carbon content in biomass during the whole period of fermentation of laying hen biomass is consistent with an increase in the total amount of biogas produced.

The research has established the peculiarities of manure decomposition, the degree of its destruction at different terms of biomass fermentation and the intensity of biogas formation.



The degree of decomposition of the OP manure, which was fermented in a fermenter for 46 days at a temperature of 32°C, was 64.8%. The degree of destruction of fats reached 62%, proteins - 57.2%, carbohydrates - 81.2% and carbon 64.4%. However, with such a high degree of fermentation of OP manure, the efficiency of the process as a whole decreases, as this leads to a significant increase in the term of biofermentation. The results of research show that the most intensive process of biofermentation under the mesophilic regime occurs during the first 7-9 days. In the future, up to 20 days, this process slows down.

During 20 days of biofermentation, the degree of decomposition of OP manure reaches 57%, and the fermented biomass has no unpleasant odor, acquires a dark gray color, is well divided into fractions. It was found that the fermentation of 1 g of OP manure makes it possible to obtain 1.1 - 1.2 liters of biogas, which consists of 64% methane and 36% carbon dioxide.

The study of sanitary and hygienic indicators of the original and fermented manure of chickens showed that there is a significant reduction in the total number of heterotrophic microorganisms. Thus, on the 9th day, the NMR of biomass was  $11 \cdot 10^6$  cells / g, which was 17% of its initial value. Subsequently, almost until the end of fermentation, a significant decrease in the value of this indicator was not observed. Thus, the SMC on the 17th day was equal to  $9 \cdot 10^6$ , and on the 40th -  $6 \cdot 10^6$  cells / h. The number of anaerobic microorganisms increased from  $11 \cdot 10^2$  to  $13 \cdot 10^4$  cells / l. At the same time, the number of *Escherichia coli* bacteria, which is an indicator of the sanitary condition of biomass, did not change. The coli-titer of biomass ranged from  $10^{-4}$  to  $10^{-3}$ , as in the raw material.

It was found that the specific yield of biogas from 1 m<sup>3</sup> of fermenter capacity ranged from 0.7 to 1.2 m<sup>3</sup> per day, increasing proportionally with increasing loading dose based on organic matter. In this case, the specific output of biogas from the fermenter in terms of organic matter was inversely proportional to the volumetric dose of the plant.

As the volume load of the bioenzyme increases, the degree of destruction of organic matter decreases. At a constant dose of loading the fermenter on the organic matter, the degree of its destruction varies according to the humidity of the original manure.

Thus, the increase in biomass humidity from 88% to 91% and even up to 94% leads to a decrease in the degree of destruction of organic matter by 47%, 42.8% and 40.31%, respectively. Studies have also shown that the specific yield of biogas from biomass at a humidity of 88% for 60 days, after the process went to a stable mode with a volume load of 2.5% did not change and ranged from 1.99 to 2.17 liters per day (Table 7). However, with a reduction in reactor capacity from 2.5 to 2.1%, the specific biogas yield decreased by an average of 12.4% in all study periods.

As in the first case, no significant changes were registered in the dynamics of research in the study of the specific volume of biogas extracted from the fermenter at its volume loading at the level of 2.1%. Compared with the specific yield of biogas at a volumetric load of the fermenter of 2.5%, this figure for the first 10 days at a load of 2.1% decreased by 11.1%, for 20 - by 11.7, for 30 - by 22.6, for 40 - by 11.9, for 50 - by 13.5, for 60 - by 7.0%, and on average for the whole period - by 12.4%. The



specific yield of biogas from the fermenter at its volumetric load at the level of 1.6% decreased by an average of 21.8% compared to similar data when loading the fermenter within 2.1% and 31.6% compared with the loading by 2, 5%. Moreover, a similar pattern of reducing the biogas yield with a decrease in the volume load of the reactor was observed throughout the study period, ie for 60 days. Thus, the specific yield of biogas on the 10th day of fermentation when loading the bioreactor 1.6%, compared with similar data at 2.1%, decreased by 22.6%, on the 20th - by 21.8, by 30- that and the 40th - by 20.8, on the 50th - by 15.5 and on the 60th - by 27.8%. Comparing the data obtained when loading the bioreactor at the level of 1.6% with similar results in the volume of 2.5%, it should be noted that on the 10th day this difference was 31.1%, on the 20th - 31.0, on the 30th - 38.7, and on the 40th - 30.2, on the 50th - 26.5 and on the 60th - 32.9%.

**Table 7 - Specific yield of biogas in the process of fermentation of manure of laying hens at different loads of the fermenter (manure humidity 88%), l / day,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

| Process time, days | Volume load, %  |                   |                   |
|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                    | 2,5             | 2,1               | 1,6               |
| 10                 | $1,99 \pm 0,05$ | $1,77 \pm 0,03^*$ | $1,37 \pm 0,03^*$ |
| 20                 | $2,13 \pm 0,04$ | $1,88 \pm 0,08^*$ | $1,47 \pm 0,04^*$ |
| 40                 | $2,02 \pm 0,01$ | $1,78 \pm 0,03^*$ | $1,41 \pm 0,02^*$ |
| 60                 | $2,13 \pm 0,02$ | $1,98 \pm 0,02^*$ | $1,43 \pm 0,01^*$ |
| In the middle      | $2,09 \pm 0,03$ | $1,83 \pm 0,03^*$ | $1,43 \pm 0,04^*$ |

\* -  $p \leq 0.05$  compared to the volumetric load of the fermenter 2.5%.

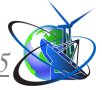
Therefore, based on the obtained results, it can be concluded that reducing the volume load of the bioreactor with diluted manure of laying hens reduces the specific yield of biogas. Moreover, this pattern is seen in different indicators of manure humidity.

A significant decrease in the volume of biogas from the fermenter was registered at a moisture content of 91% (Table 8).

**Table 8 - Specific yield of biogas in the process of fermentation of manure of laying hens at different volumetric loads of the fermenter (humidity 91%), l / day,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

| Process time, days | Volume load, %  |                   |                   |
|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                    | 3,3             | 2,8               | 2,2               |
| 10                 | $1,99 \pm 0,05$ | $1,66 \pm 0,06^*$ | $1,38 \pm 0,05^*$ |
| 20                 | $2,19 \pm 0,03$ | $1,76 \pm 0,06^*$ | $1,48 \pm 0,03^*$ |
| 40                 | $2,07 \pm 0,05$ | $1,67 \pm 0,08^*$ | $1,42 \pm 0,04^*$ |
| 60                 | $2,23 \pm 0,03$ | $1,92 \pm 0,03^*$ | $1,65 \pm 0,04^*$ |
| In the middle      | $2,1 \pm 0,03$  | $1,72 \pm 0,06^*$ | $1,46 \pm 0,05^*$ |

\* -  $p \leq 0.05$  compared to the volumetric load of the fermenter 3.3%.



As established by previous studies, the specific output of biogas from the reactor in the dynamics for 60 days at humidity 91% of laying hen droppings did not change. However, this figure largely depended on the volumetric loading of the bioreactor with the diluted manure of the laying hens. Thus, with a decrease in the volume load of the biofermenter from 3.3 to 2.8%, the biogas yield for the first 10 days decreased by 16.6%, for 20 - by 19.6, for 30 - by 21.9, for 40 - by 19.3, for 50 - by 19.1, for 60 - by 13.9% and on average for the whole period - by 18.1% (see Table 8).

With a reactor volumetric load of 2.2%, the biogas yield decreased by an average of 30.5% over the entire period compared to similar data with a volumetric load of 3.3%. Comparing the results of studies of the specific yield of biogas at a volume load of 2.2% with data at a load level of 3.3%, it should be noted that the intensity of the biofermentation of waste in the first option compared to the second, as evidenced by a significant reduction in anaerobic digestion products laying hen. So, on the 10th day this indicator decreased by 30.6%, on the 20th - by 32.4, on the 30th - by 31.3, on the 40th - by 31.4, on the 50th - by 30.4 and on the 60th - by 26.0%.

Of particular practical interest are the data on the output of biogas from the fermenter when the humidity of the manure increases to 94% and at a volume load of 5.0; 4.1 and 3.3%. Studies have shown that despite the significant difference in the volumetric load of the biofermenter, even at different manure humidity, a probable difference in biogas yield within 60 days of the biofermentation process has not been established.

As in previous versions of the experiment, biogas yield from the fermenter at a manure humidity of 94% with a decrease in volume load from 5.0 to 4.1% decreased by an average of 16.1%, and from 5.0 to 3.3% - by 28.1%.

The obtained data reproduce the similar nature of changes in the specific yield of biogas from the fermenter and at certain intervals of the biofermentation process, ie during 60 days of the experiment (Table 9). reducing the volume load of the bioreactor from 5.0 to 4.1% decreased by 16.1%, on the 20th - by 17.7, on the 30th - by 13.7, on the 40th - by 14, 6, on the 50th - by 19.6 and on the 60th - by 10.3%.

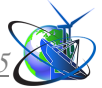
**Table 9 - Specific yield of biogas during fermentation of laying hen manure at different volumetric loading of the fermenter (humidity 94%), l / day,  $M \pm m$ ,  $n = 10$**

| Process time, days | Volume load, %  |                   |                   |
|--------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                    | 5,0             | 4,1               | 3,3               |
| 10                 | $1,86 \pm 0,08$ | $1,56 \pm 0,07^*$ | $1,35 \pm 0,05^*$ |
| 20                 | $2,03 \pm 0,05$ | $1,67 \pm 0,02^*$ | $1,46 \pm 0,04^*$ |
| 40                 | $2,05 \pm 0,03$ | $1,75 \pm 0,01^*$ | $1,41 \pm 0,03^*$ |
| 60                 | $2,04 \pm 0,02$ | $1,83 \pm 0,03^*$ | $1,59 \pm 0,02^*$ |
| In the middle      | $1,99 \pm 0,06$ | $1,67 \pm 0,03^*$ | $1,43 \pm 0,05^*$ |

\* -  $p \leq 0.05$  compared to the volume load of the fermenter 5.0%.

A further decrease in the volume load of the bioreactor from 4.1 to 3.3% led to an even greater decrease in the volume specific yield of biogas from the manure of





laying hens. Compared with the volume load of 4.1%, the specific yield of biogas on the 10th day with a volume load of 3.3% decreased by 13.4%, on the 20th - by 12.6, on the 30th - by 15.2, on the 40th - by 19.4, on the 50th and on the 60th - by 13.1%.

The decrease in the volume load of the bioreactor from 5.0% to 3.3% caused a decrease in the specific yield of biogas from the manure of laying hens on the 10th day by 27.4%, on the 20th - by 28.1, on the 30th that - by 26.9, on the 40th - by 31.2, on the 50th - by 30.3 and on the 60th - by 22.1%.

Therefore, based on the research to conclude that the conversion of organic matter in the manure of laying hens largely depends on anaerobic conditions and volumetric loading of the fermenter, to a lesser extent changes during the biofermentation process, does not depend on biomass moisture and organic matter content in the fermentation broth.

The changes in the content and degree of destruction of such components of manure as fiber, fat-like substances and proteins are identical to the changes in dry ashless matter and are closely related to the general patterns of destruction of organic components of manure.

The process of biofermentation of the mixture under anaerobic conditions is not inhibited by the concentration of the substrate despite the change in humidity from 88 to 94%, and the yield of biogas and the degree of destruction of organic matter depend on the rate of dilution of biomass by solids.

### **Conclusions.**

On the basis of complex researches of sanitary and hygienic indicators of fecal masses of cows, pigs and manure of laying hens, liquid manure and sewage of the enterprises with intensive technologies of production of livestock products the expediency of application of biological methods of their processing is proved.

1. Manure effluents of livestock enterprises with intensive production technologies are characterized by significant bacterial contamination, high colitis, enterococcal titer, moisture, high content of OP, crude protein, crude fiber, calcium and phosphorus, have low density and viscosity, contain antibacterial residues, anthelmintics and hormones.

2. The use of hydraulic manure removal methods when keeping pigs leads to the formation of a significant amount of manure effluents with high humidity, low CP content, high levels of total and ammonium nitrogen, ash and a significant amount of contamination by HSC and BSC5.

3. Treatment of liquid manure of the pig complex on arc sieves does not provide complete removal of contaminants, its combination with settling of the liquid fraction in the tanks-settlers is a more effective way of cleaning liquid waste, as evidenced by a decrease in LVD by 1.8, CL - by 2.1, N total. - by 1.3, P<sub>3ar</sub> - 1.7 times, HSC - 2.7 and BSC5 - 2.0 times.

4. Purification of manure effluents of the pig complex with the help of three-section aeration tank without and with recirculation of activated sludge increases the degree of removal of contaminants to 81.4 and 85.3% by OP, reduces ammonium and total nitrogen and total phosphorus, increases coli-titer and enterococcal titer the total microbial amount of wastewater, and in the biomass of activated sludge - the number of uro- and cellulolytic and denitrifying bacteria, reduces the number of nitrifying,



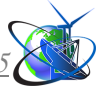
ammonifying bacteria and anaerobes.

### Offers to production.

Production is offered a complex technology of processing manure effluents from livestock production, which includes preparation of waste for biofermentation by fractionation, aerobic-thermophilic stabilization of biomass, anaerobic fermentation of products, processing of solid fraction into compost and humic substances, the use of liquids.

### References

1. Aires R  ihel M. Analiz stochnykh vod dlia selskokhoziaistvennoho yspolzovaniia. Laboratornoe rukovodstvo po parazytolohyy y bakteryalnym metodam yssledovaniia. M.: Medytsyna; Zheneva: VOZ 1999. 34 s.
2. Bulavatskyi V.M., Rohal I.V. Matematychno rehuliuvaniia protsesu konsolidatsii osnov nakopychuvachiv promyslovykh stokiv. Dop. NAN Ukrainy. 2004. # 1. S. 42–47.
3. Deagan L., Wright A., Ayvazian S. et al. Nitrogen loading alter seagrass ecosystem structure and support of higher trophic levels. Mar. and Freshwater Ecosystem. 2002. Vol. 12. # 2. P. 192–193.
4. Dubrovin V.O., Korchemnyi M.O., Maslo I.P. Biopalyva (tekhnologii, mashyny i obladnannia). K.: TsTI „Enerhetyka i elektryfikatsiia”, 2004. 256 s.
5. Fomyn H.S. Voda. Kontrol khymycheskoi, bakteryalnoi y radyatsyonnoi bezopasnosti po mezhdunarodnym standartam. Entsiklopedycheskyi spravochnyk. M.: Yzd-vo “Protektor”. 1995. 624 s.
6. Honcharova N.P. Rol epistemolohii u resursnomu vykorystanni ekonofizyky. Zb. Naukovykh prats naukovo-doslidnoho ekonomichnoho in-tu, 2010. #12 (115). S. 47–50.
7. Kochmarskyi V.Z. Biohazova tekhnolohiia utylizatsii orhanichnykh vidkhodiv – shliakh do ekonomii enerhii. Enerhozberezhennia Polissia. 2001. # 2. S. 4–5.
8. Koller-Kreimel, Tomek H. Landwirtschaft und Gewasserchutz. Forderungsdienst. 2000. Jg.48, H. 1. S.20-24.
9. Krasinko V.O. Rozrobka biotekhnolohii ochystky stichnykh vod kharchovykh vyrobnytstv iz zastosuvanniam spoluk zaliza : avtoref. dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. tekhn. nauk: spets. / 03.00.20 “Biotekhnolohiia”. K, 2004. 20 s.
10. Kriuchkov Ye.M., Kuris Yu.V., Nesterenko A.V. Analiz protsesiv biokonversii ta eksperymentalne vyznachennia tekhnolohichnykh mozhlyvostei spaliuvannia biohazu. Enerhetyka ta elektryfikatsiia. 2007. # 1. S. 57–62.
11. Kudlai I.M. Biotekhnolohichniy kompleks z vyrobnytstva moloka na enerhetychno zbalansovanii ta ekolohichno bezpechnii osnovi: Rekomendatsii. UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Doslidnytske, 2010. 49 s.
12. Lawrence A.W. Unifid basis for biological treatment design and operation. I. Sanit. end. Div. Amer. Soc. Environ. 1970. 96 (SA3). P. 737 - 778.
13. Perehudov S.S. Ekolohycheskye trebovaniia k predpriiatyiam po proyzvodstvu svynyny. Problemy yspolzovaniia navoznykh stokov v svynovodcheskykh predpriiatyakh. Efektyvne tvarynnystvo. 2010. #4. S. 41–43.



14. Perehudov S.S. Экологические требования к свynоводческим предpиятиям: Проблемы использования навозных стоков. Эффективное тварыннытво. 2010. #7. S. 36–40.
15. Rodyna A.H. Методы водной микробиологии. М.: Наука, 1965. 363 с.
16. Skrylnyk Ye.V. До питання про можливості засолення та осолонсiування високо буферних ґрунтів при використанні стічних вод тваринницьких комплексів. Вісник аграрної науки. 1997. # 6. S. 5–10.
17. Usatenko N.F., Svyrydenko T.A. Використання відходів птахівництва. М'ясне діло. 2008. #6. S. 30–32.
18. Varfolomeev S.D. Кінетическe закономірності розвитку мікробних популяцій. Сучасні проблеми біокінетики. М.: Изд-во МГУ. 1987. S. 6–71.
19. Vasylev V.B. Одновременное удаление соединений азота у орhанического утлерода из сточных вод многоудовым сообществом микроорганизмов. Водные ресурсы. 1990. #1. S. 119–127.
20. Vattyо M.A. Рекомендация по кормлению дойных коров. Эффективные корма та hодивля. 2008. #8. S. 37–39.
21. Verbytskyi P. Утилізація відходів тваринного походження в Україні. Твариннытво України. 2008. # 5. S. 2–4.
22. Verbytskyi P., Vlizlo V. Вимоги Європейського Союзу до переробки відходів тваринного походження. Ветеринарна медицина України. 2008. #6. S. 24–26.
23. Vytkovskaia S.E. Изменение содержания подвижных форм химических элементов в технологии трансформации орhанического вещества компоста. Агрохимия. 2005. # 4. S. 27–31.



УДК. 636.2.082.35.087

**DYNAMICS OF LIVE AND WOOL PRODUCTIVITY OF YOUNG SHEEP  
FOR FEEDING AQUACULTURE ADDITIVES****ДИНАМІКА ЖИВОЇ ТА ВОВНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ ОВЕЦЬ ЗА  
ЗГОДОВУВАННЯ ДОБАВКИ ІЗ АКВАКУЛЬТУРИ****Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,**  
*d.a.s., prof. / д.с.н.. проф.***Dulkay Y, I. / Дулкай Є.І.***Postgraduate/аспірант**Podilskyi State Agrarian and Engineering University,**Подільський державний аграрний університет*

**Abstract.** *The paper examines the search and development of effective ways to reduce the proportion of grain in feed due to non-grain raw materials and partial or complete replacement of such high-value ingredients as animal proteins, fats, phosphatides, macro-and micronutrients and vitamin-mineral premixes through the use of natural resources of the local raw material base. The main nutrients contained in the protein-mineral supplement of the Dniester River indicate its unique, natural multicomponent composition, so it can be widely used, in particular, as a source of protein, amino acids, vitamins, macro-and micronutrients and possibly others. biologically active substances not yet identified by us. It was found that the brightness of the experimental groups in terms of live weight slightly exceeded the animals of the control group. Bright experimental groups made slightly better use of feed nutrients. Feed costs per 1 kg of live weight gain, they were 6.5-8.4% lower. When feeding the bright research groups aquaculture of the Dniester River, there is a tendency to increase the strength of their wool.*

**Key words:** *animals, vitamins, feed additive, diet, aquaculture, protein*

**Introduction.**

Flora and fauna of water bodies can be an important reserve for replenishing the need for high-protein feeds, feed protein and biologically active substances nowadays. However, fishmeal is used mainly in animal husbandry at a time when many products of water bodies - algae, planktonic crustaceans, other aquatic organisms - have not yet become one of the arsenals of feed, despite their exceptional biological value. [1,3]. One of these feeds, previously used in animal husbandry, is the aquaculture of the Dniester River, which includes microalgae, crustaceans, ciliates, rotifers, cysts, eggs, larvae, pupae, and other forms of zoophytoplankton in the Dniester[2,7].

Given that the natural accumulations of aquaculture provide an opportunity use it for feeding farm animals, there is a need for a comprehensive study of its chemical composition, development of standards and methods of inclusion in the diet, the possibility of replacing grain and other components in the feed, the effectiveness of feeding sheep. [ 5,6].

Therefore, the aim of the study was to study the effect of feeding protein-mineral supplements from aquaculture on the productive and slaughter qualities of young sheep of the Lacon breed.

**Research methodology.**

For the scientific and economic experiment, 36 heads of young sheep of the Lakon breed were selected on the farm, which were divided into 3 experimental



groups of 12 heads each. Experimental dwarfs of all groups in the comparative period were fed the same basic ration (OR), which consisted of silage of corn, cereal and bean hay, straw and grass pellets with the inclusion of control feed. In the main period of the experiment, the animals of the control group remained on the same basic diet, and the diet of sheep of the 1st experimental group included compound feed containing 3% of aquaculture additives, the 2nd experimental group - 7%.[ 4].

### Research results.

Aquaculture of the Dniester River is a greenish, loose, in the form of small grains mass. At a moisture content of 10-15%, it does not coagulate, quite loose, technological, mixes well with any components intended for the preparation of feed. The study of the chemical composition showed that, in contrast to grain feeds, aquaculture is characterized by a high ash content - 345 g / kg of dry matter, which causes a wide range of mineral elements. Analysis of the obtained data shows that aquaculture is characterized by a high content of crude protein (190-220 g / kg dry matter), including digestible 161-187 g / kg[ 5].

**Table 2 - Dynamics of live mass of experimental bright ( $n = 12$ ;  $M \pm m$ )**

| Indicator                                                                                            | Groups     |            |            |            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                                                                                      | Контрольна | II         | III        | IV         | V          |
| Live weight 1 bright, kg<br>at the beginning<br>of the experiment<br>at the end of the<br>experiment | 28,38±0,53 | 28,41±0,47 | 28,47±2,56 | 28,53±0,73 | 28,44±0,61 |
|                                                                                                      | 48,25±0,57 | 49,12±0,54 | 49,38±0,61 | 50,41±2,9  | 48,8±0,95  |
| Regarding control, %                                                                                 | 100        | +1,97      | +2,55      | +4,88      | +1,24      |
| Absolute gain, kg                                                                                    | 19,87      | 20,71      | 20,91      | 21,88      | 20,36      |
| The average daily gain for the entire period of the experiment, g                                    | 93,7±6,2   | 97,7±4,1   | 98,6±7,5   | 103,2±7,9  | 96,0±6,3   |
| Regarding control, %                                                                                 | -          | +4,3       | +5,2       | +10,1      | +2,4       |
| Feed costs per 1 kg of live weight gain, feed. units                                                 | 5,82       | 5,38       | 5,36       | 5,33       | 5,44       |
| Regarding control, %                                                                                 | 100        | 92,4       | 92,1       | 91,6       | 93,9       |

The results of studies indicate that the brightness of the experimental groups in live weight slightly exceeded the animals of the control group. Thus, the average daily increase in live weight of bright II experimental group was higher than control analogues by 4.3%, III experimental group - by 5.2 (  $P > 5$  ), IV - by 10.1 (  $P < 0.05$  ) and V - by 2.4% (  $P > 0.05$  ). Moreover, the largest increase in live weight (103.2 g /





day) had a bright IV experimental group, and in the feed of which the share of PMDA was 15% (by weight). With an increase in the share of aquaculture of the Dniester River in feed over 15% (experimental group V), there was a decrease in the increase in live weight brightly, compared with this indicator in animals of experimental group IV.

Bright experimental groups made slightly better use of feed nutrients. Feed costs per 1 kg of live weight gain, they were 6.5-8.4% lower.

**Table 3 - Wool productivity and wool quality of experimental animals**

| Indicator                                           | Groups     |            |            |            |            |
|-----------------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                                                     | I          | II         | III        | IV         | V          |
| Shearing of original wool, kg                       | 5,55±0,25  | 5,53±0,27  | 5,64±0,48  | 5,62±0,66  | 5,85±0,23  |
| ± to control, g                                     | -          | 20         | 90         | 170        | 300        |
| %                                                   | -          | 99,6       | 101,6      | 101,3      | 105,4      |
| The output of the washed fiber                      | 62,50±1,12 | 63,00±1,50 | 65,35±1,30 | 65,58±1,62 | 62,95±1,45 |
| Shearing wool in washed fiber, kg                   | 3,47±0,21  | 3,48±0,34  | 3,69±0,22  | 3,69±0,38  | 3,68±0,42  |
| ± to control, g                                     | -          | 10         | 220        | 220        | 210        |
| %                                                   | -          | 100,30     | 106,3      | 106,3      | 106,0      |
| Wool length, cm                                     |            |            |            |            |            |
| at the beginning of the experiment                  | 7,12±0,55  | 7,16±0,44  | 7,40±0,56  | 7,20±0,48  | 7,40±0,54  |
| at the end of the experiment                        | 12,96±1,2  | 12,94±0,86 | 12,58±0,92 | 13,28±0,86 | 13,42±0,95 |
| The increase in wool length for the experiment, see | 5,84       | 5,78       | 6,18       | 6,08       | 6,02       |
| In% to control                                      | 100        | 98,90      | 105,0      | 102,4      | 103,1      |
| Tensile strength of wool, kg                        | 7,06±0,27  | 8,16±0,33  | 7,73±0,37  | 7,66±0,34  | 7,70±0,36  |
| Fiber thickness (average) μm                        | 20,96±0,41 | 20,89±0,71 | 21,63±0,86 | 21,56±0,66 | 21,60±0,88 |
| Fat content, %                                      | 31,27      | 30,28      | 29,54      | 28,88      | 28,43      |
| Sweat content, %                                    | 27,65      | 29,13      | 28,66      | 28,79      | 28,64      |



Feeding the bright experimental groups of a new feed additive - aquaculture as part of the feed had a positive effect not only on live weight gain, but also on wool productivity. By shearing the washed wool, the brightness of the II - V experimental groups exceeded the control animals by 10-220 g, or 0.3-6.3% ( $P > 0.05$ ).

Regarding the yield of washed fiber, in bright III and IV experimental groups it was higher than the control by 2.65 and 3.06%. In the bright II and V experimental groups, this indicator outperformed the control by only 0.50 and 0.49%.

The length of the fibers in the bright experimental groups with the exception of the second experimental group exceeded the control by 0.32-0.62 cm (table 3).

According to the optimal data, the fiber thickness in the bright II of the experimental group was at the level of control, and in the animals of the III and V experimental groups did not exceed the control by 0.6-0.67  $\mu\text{m}$ , respectively.

When feeding the bright research groups aquaculture of the Dniester River, there is a tendency to increase the strength of their wool.

### Conclusions.

The basic nutrients contained in the protein-mineral supplement indicate its unique, natural multicomponent composition, so it can be widely used, in particular, as a source of protein, amino acids, vitamins, macro-and micronutrients and possibly other, as yet unidentified biologically active substances.

### References

1. Dyachenko LS, Prilipko TN Use of hypergaline aquaculture of the Azov region in sheep rations // Tr. in-ta / I-t livestock steppe areas UAAS.-1994. - issue 66 - p. 113 - 115
2. Prylipko T.N/ Hypergaline aquaculture is an effective grain substitute compound feed for sheep // Sheep breeding. ResP. Interdepartmental thematic science collection - K.Harvest, 1996. - vip.29.-p.39-44.
3. Prylipko T.N, Sivyk TL Influence of feeding of hyperhaline aquaculture on productivity of repair ditches // Proceedings of the international conference dedicated to the 125th anniversary of the birth of MF Ivanov. -Kyiv. Association "Ukraine", 1996. -P 144-145.
4. Prylipko T., Koval T., Kostash V., Shuliar A., Tkachuk V., Shuliar A. Adaptive changes in the ornithine cycle and amino acid synthesis in sheep liver with different meat productivity. *Independent Journal of Management & Production*. 2021. N. 12(6). P. S632-S645.  
DOI: <https://doi.org/10.14807/ijmp.v12i6.1751>
5. Prylipko T.N, Suprovych TM, Shutyak OV The effect of feeding protein-mineral supplements from aquaculture on productivity and metabolism in the bright. *Tavriya Scientific Bulletin, TSATU-Issue № 107*, 2019
6. Experimental justification of the efficiency of use in feeding of agricultural animals of protein-mineral supplements from hypergalene zoophytoplankton [handwritten]: Author's abstract. DIS. ... DocT. S.-G. Sciences: 06.02.02 - Feeding of animals and feed technology / T. Seeds; Natio Agrarian University (K.). - K., 2003. - 40 s.
- 7.COMMISSION REGRATION (EC) № 429/2008 of 25 April 2008 on detailed



rules for the Implementation of Regulation (EC) No 1831/2003 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL AS REGARDS THE PREPARATION AND THE PRESENTATION OF APPLICATIONS AND THE ASSESSMENT AND THE Authorisation of Feed Additives (Official Journal Of The EuropeN Union L 133, 22.5.2008. - R. 60).

**Анотація.** У статті розглядається пошук та розробка ефективних шляхів зниження частки зерна в кормах за рахунок незернової сировини та часткової або повної заміни таких високоцінних інгредієнтів, як тваринні білки, жири, фосфатиди, макро- та мікроелементи. та вітамінно-мінеральних преміксів за рахунок використання природних ресурсів місцевої сировинної бази. Основні поживні речовини, що містяться в білково-мінеральній добавці річки Дністер, свідчать про її унікальний, природний багатокомпонентний склад, тому її можна широко використовувати, зокрема, як джерело білка, амінокислот, вітамінів, макро- та мікроелементів та, можливо, інших. . біологічно активні речовини, ще не ідентифіковані нами. Встановлено, що яскравість дослідних груп за живою масою децю перевищувала тварин контрольної групи. Яскраві дослідні групи трохи краще використовували поживні речовини корму. Витрати кормів на 1 кг приросту живої маси були нижчими на 6,5-8,4%. При годівлі яскравих дослідницьких груп аквакультури р. Дністер спостерігається тенденція до збільшення міцності їхньої вовни.

**Ключові слова:** тварини, вітаміни, кормова добавка, раціон, аквакультура, протеїн



УДК 712.413

**ASSESSMENT OF THE RECREATIONAL POTENTIAL OF THE FOREST PARK OF YOSHKAR-OLA "PINE GROVE".****ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОПАРКА Г.ЙОШКАР-ОЛА "СОСНОВАЯ РОЩА".****Zakamskii V.A. / Закамский В.А.***c. a.s., Associate Professor/канд. с.-х. наук, доцент.***Smolentseva T.V./Смоленцева Т.В.***undergraduate student/ студент магистрант,**Volga State University of Technology.**Yoshkar-Ola, Lenin Square, 3, 424000**Поволжский государственный технологический университет,**г. Йошкар-Ола, площадь имени В.И. Ленина, 3, 424000*

**Аннотация.** В статье рассмотрен рекреационный потенциал активной зоны лесопарка Сосновая роща города Йошкар-Ола. Произведена рекреационная оценка территории. В результате анализа имеющихся оценок сделаны выводы о необходимости проектирования мероприятий по коренному улучшению состояния лесов. Оценена благоприятность территории для отдыха населения. Выявлена необходимость планирования мероприятий по благоустройству для сохранения устойчивости насаждений.

**Ключевые слова:** Рекреация, лесопарк, рекреационный потенциал, рекреационная оценка.

**Вступление.**

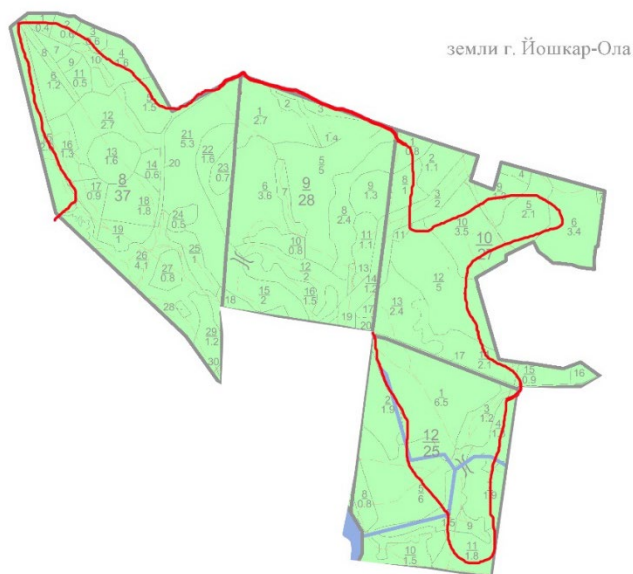
Городские леса и насаждения зеленых зон, формирующие благоприятную среду обитания человека, являются одной из важнейших составляющих урболандшафта. Все возрастающее антропогенное воздействие на зеленые насаждения в городе и его окрестностях вызывает весьма нежелательные последствия – уменьшение средообразующей и защитной роли леса, снижение его эстетической ценности и постепенную деградацию. Очевидно, что рекреационное использование лесных насаждений должно в полной мере удовлетворять потребности населения в отдыхе, не вызывая значительного повреждения природных комплексов. Обеспечить устойчивое развитие городских и пригородных лесов можно только путем реализации системы научно обоснованных хозяйственных мероприятий, базирующихся на результатах мониторинга состояния природных объектов. Важной составной частью экологического мониторинга является оценка рекреационного потенциала лесных и лесопарковых ландшафтов, т. е. совокупности свойств, определяющих возможность и перспективы их рекреационного использования. [5]

Анализ полученных результатов оценки позволяет оценить перспективы рекреационного использования леса и выявить причины, обуславливающие снижение его качества. Помимо этого, появляется возможность наметить пути устранения выявленных недостатков, а также спрогнозировать изменение качества насаждений после проведения запроектированных мероприятий. [1]



### Основной текст

Анализ рекреационного потенциала территории лесопарка Сосновая роща города Йошкар-Ола проводились вдоль следующего маршрута, представленного на рисунке 1.



**Рисунок 1 - Маршрут, вдоль которого проводились исследования в лесопарке Сосновая роща**

### Нами была произведена рекреационная оценка территории

Лесная территория лесопарка зеленой зоны города занимает особое место среди всех природных рекреационных ресурсов, особенно в последнее время, когда люди стремятся во время отдыха быть как можно ближе к природе. При этом постепенное истощение запасов древесины ведет к тому, что появляется необходимость в пересмотре видов деятельности, приносящей доходы. Выходом из сложившейся ситуации может стать развитие рекреационного потенциала за счет вовлечения неиспользуемых природных территорий. Для этого, прежде всего, необходимо четко оценить рекреационный потенциал, разработать проекты его рационального использования и сделать так, чтобы данный вид пользования приносил как можно меньше ущерба окружающей среде. [3] Рекреационная оценка территории необходима для информационного обеспечения управления природопользованием. Это позволит повысить его эколого-экономическую эффективность и поспособствует развитию сферы рекреации.

**В первую очередь необходимо провести оценку рекреационного потенциала изучаемой территории.**

Исходной категорией для планирования устойчивой рекреационной деятельности является рекреационный потенциал территории – совокупность приуроченных к этой территории природных рекреационных ресурсов, совместная эксплуатация которых технически возможна, экономически эффективна и экологически допустима. Рекреационный потенциал может меняться в зависимости от сезона, поведенческих стереотипов рекреантов,





динамических характеристик окружающей среды, изменения отношения со стороны местных жителей и т.д. При оценке рекреационных достоинств и других компонентов ландшафта принимаются во внимание привлекательность и многообразие форм рельефа, крутизна склонов, редкие и исчезающие виды, в том числе занесенные в Красную книгу России и ее регионов, ненарушенный растительный покров, а также панорамность и живописность обзора местности [2].

Рекреационный потенциал определяют по качеству ресурсов, составляющих его, площадью его проявления, а также рекреационной емкостью территории. Рекреационный потенциал оценивался по 25 показателям, разделённым по группам: фитоценоз, эдафотоп, условия рекреации.

Эти показатели объединяются по группам: привлекательность, комфортность для отдыхающих и устойчивости к рекреационному воздействию. Обработка полученных результатов производилась следующим образом:

1) Первым шагом находим сумму баллов по каждой группе показателей в отдельности

2) Далее производим расчет коэффициентов, позволяющих оценить привлекательность территории исследования (КП - коэффициент привлекательности), ее комфортность (КК - коэффициент комфортности), устойчивость к рекреационным нагрузкам (КУ- коэффициент устойчивости). Показатели считаются по формуле:

$$K=SB/SM;$$

где К - соответствующий коэффициент, SB- сумма баллов оцениваемого насаждения по группе показателей, SM- максимально возможная сумма баллов по группе показателей.

Исходя из полученного результата делается вывод о качестве обследуемой территории по группам показателей.

Таким образом делаем вывод, что все выбранные участки на маршруте имеют насаждения среднего качества. Средняя оценка по трём показателям (привлекательности, комфортности, устойчивости) в основном составляла 0,5 и 0,6. Общая оценка по всем трём участкам в результате расчетов получилась 0,5. По этому значению был произведен расчет оценочного балла. По результатам был сделан вывод, что данные насаждения относятся к 4 группе- пониженная. Необходимо проектировать мероприятия по коренному улучшению состояния лесов.

**Общая рекреационная оценка для территории** устанавливается перемножением баллов и классов по каждой шкале. Высшая итоговая оценка равна 1, а низшая — 540. Итоговая оценочная шкала предлагается следующая:

отлично — до 5;

хорошо — от 6 до 110;

удовлетворительно — от 111 до 240;

неудовлетворительно — более 240.



**Таблица 1 - Расчет качества рекреационных территорий по значению коэффициентов привлекательности, комфортности и устойчивости некоторых выделов, примыкающих к маршруту в кварталах 8, 10, 12.**

|                    | SB | SM | K   | Среднее | Качество насаждения |
|--------------------|----|----|-----|---------|---------------------|
| Квартал 8 Выдел 1  |    |    |     |         |                     |
| Привлекательность  | 26 | 40 | 0,7 | 0,5     | среднее             |
| Комфортность       | 13 | 32 | 0,4 |         |                     |
| Устойчивость       | 22 | 44 | 0,5 |         |                     |
| Квартал 8 Выдел 2  |    |    |     |         |                     |
| Привлекательность  | 27 | 40 | 0,7 | 0,5     | среднее             |
| Комфортность       | 12 | 32 | 0,4 |         |                     |
| Устойчивость       | 24 | 44 | 0,5 |         |                     |
| ...                |    |    |     |         |                     |
| Квартал 10 Выдел 1 |    |    |     |         |                     |
| Привлекательность  | 23 | 40 | 0,6 | 0,5     | среднее             |
| Комфортность       | 14 | 32 | 0,4 |         |                     |
| Устойчивость       | 20 | 44 | 0,5 |         |                     |
| Квартал 10 Выдел 2 |    |    |     |         |                     |
| Привлекательность  | 24 | 40 | 0,6 | 0,5     | среднее             |
| Комфортность       | 14 | 32 | 0,4 |         |                     |
| Устойчивость       | 21 | 44 | 0,5 |         |                     |
| ....               |    |    |     |         |                     |
| Квартал 12 Выдел 1 |    |    |     |         |                     |
| Привлекательность  | 26 | 40 | 0,7 | 0,6     | среднее             |
| Комфортность       | 17 | 32 | 0,5 |         |                     |
| Устойчивость       | 26 | 44 | 0,6 |         |                     |
| Квартал 12 Выдел 2 |    |    |     |         |                     |
| Привлекательность  | 26 | 40 | 0,7 | 0,6     | среднее             |
| Комфортность       | 18 | 32 | 0,6 |         |                     |
| Устойчивость       | 25 | 44 | 0,6 |         |                     |
| ...                |    |    |     |         |                     |

**Таблица 2 - Общая рекреационная оценка для территории по выделам квартала 8, прилегающим к маршруту**

| Нкв/<br>выд | Рекреаци-<br>онная<br>деградация | Степень<br>устойчивости к<br>отрицательным<br>антропогенным<br>воздействиям | Эстетическая<br>оценка | Санитарно-<br>гигиеническая<br>оценка | Рекреаци-<br>онная<br>оценка | Общая<br>рекреационная<br>оценка |
|-------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| 8/1         | 2                                | 2                                                                           | 2                      | 3                                     | 2                            | 48 (хорошо)                      |
| 8/2         | 2                                | 2                                                                           | 2                      | 3                                     | 2                            | 48 (хорошо)                      |
| ...         |                                  |                                                                             |                        |                                       |                              |                                  |
|             | Итого                            |                                                                             |                        |                                       |                              | 758                              |

$$48+48+108+30+108+108+48+32+72+48+108/11=68,9$$

Общая рекреационная оценка по 10 выделам равна 68,9 баллам(хорошо).



**Таблица 3 - Общая рекреационная оценка для территории по выделам квартала 10, прилегающим к маршруту**

| Нкв/выд | Рекреационная деградация | Степень устойчивости к отрицательным антропогенным воздействиям | Эстетическая оценка | Санитарно-гигиеническая оценка | Рекреационная оценка | Общая рекреационная оценка |
|---------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 10/1    | 2                        | 4                                                               | 3                   | 2                              | 2                    | 96(хорошо)                 |
| 10/2    | 2                        | 4                                                               | 3                   | 2                              | 2                    | 96(хорошо)                 |
| ...     |                          |                                                                 |                     |                                |                      |                            |
|         | Итого                    |                                                                 |                     |                                |                      | 688                        |

$$(96+96+24+32+96+96+64+72+48+64)/10=68,8$$

Общая рекреационная оценка по 10 выделам равна 68,8 баллам(хорошо).

**Таблица 4 - Общая рекреационная оценка для территории по выделам квартала 12, прилегающим к маршруту**

| Нкв/выд | Рекреационная деградация | Степень устойчивости к отрицательным антропогенным воздействиям | Эстетическая оценка | Санитарно-гигиеническая оценка | Рекреационная оценка | Общая рекреационная оценка |
|---------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 12/1    | 3                        | 3                                                               | 3                   | 2                              | 2                    | 108(хорошо)                |
| 12/2    | 3                        | 3                                                               | 3                   | 2                              | 2                    | 108(хорошо)                |
| ...     |                          |                                                                 |                     |                                |                      |                            |
|         | Итого                    |                                                                 |                     |                                |                      | 836                        |

$$(108+108+108+72+32+72+144+48+72+72)/10=83,6$$

Общая рекреационная оценка по 10 выделам равна 83,6 баллам(хорошо).

Таким образом, по общей рекреационной оценке, в которой учитывались рекреационная деградация, степень устойчивости к отрицательным антропогенным воздействиям, эстетическая, санитарно-гигиеническая и рекреационная оценки изучаемая территория имеет оценку хорошо.

**Выводы:** Оценка рекреационного потенциала:

1) Средняя оценка по трём показателям (привлекательности, комфортности, устойчивости) по кварталам в основном составляла 0,5 и 0,6. Общая оценка по всем трём участкам в результате расчетов -0,5.

2) Насаждения на изученном участке относятся к 4 группе- пониженная.

3) Общая рекреационная оценка в квартале 8- 68,9 (хорошо), квартале 10- 68,8 (хорошо), квартале 12 -83,6 (хорошо).

По выше изложенным данным делаем общий вывод, что качество рекреационных территорий на изучаемых участках среднее, общая рекреационная оценка имеет оценку хорошо. В целом территория благоприятна для отдыха населения, но для повышения её рекреационных свойств, а также для сохранения устойчивости необходимо запланировать мероприятия по благоустройству.

**Список литературы:**

1. Большаков Н. М. Рекреационное лесопользование / Н. М. Большаков ; Сыкт. лесн. инт. — Сыктывкар : СЛИ, 2006. — 312 с.
2. Закамский, В. А. Рекреационное лесопользование. Часть I. Экологические основы: учебное пособие / В.А. Закамский. — Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2012. — 240 с.
3. Закамский, В. А. Рекреационная оценка лесных природных комплексов для лесопарка города. /В.А.Закамский, С.Ю. Стародумова// Сборник научных трудов SWorld. Выпуск №3(40). Иваново. 2015.- Т. 11 С.59- 66
4. Отчет на выполнение работ по инвентаризации зеленых насаждений и проектирование мероприятий в границах ООПТ «Сосновая роща». Йошкар-Ола, 2013 г.
5. Рысин С. Л. Моделирование динамики рекреационного потенциала лесопарковых насаждений/ С.Л. Рысин, Н.В. Шаповалова, С.И. Чумаченко, О.С. Пентелькина// Лесной вестник.-2006.-№2.- С. 13-20

**References:**

1. Bolshakov N. M. Recreational forest management / N. M. Bolshakov ; Syktyvkar Forest int. Syktyvkar : SLI, 2006— - 312 p.
2. Zakamsky, V. A. Recreational forest management. Part I. Ecological foundations: a textbook / V.A. Zakamsky. - Yoshkar-Ola: Mari State Technical University, 2012. - 240 p.
3. Zakamsky, V. A. Recreational assessment of forest natural complexes for the city's forest park. /V.A.Zakamsky, S.Yu. Starodumova// Collection of scientific papers SWorld. Issue #3(40). Ivanovo. 2015.- Vol. 11 p.59- 66
4. Report on the implementation of works on the inventory of green spaces and the design of activities within the boundaries of the protected area "Pine Grove". Yoshkar-Ola, 2013
5. Rysin S. L. Modeling of the dynamics of recreational potential of forest park plantations/ S.L. Rysin, N.V. Shapovalova, S.I. Chumachenko, O.S. Pentelkina// Forest Bulletin.-2006.-No. 2.- pp. 13-20

**Abstract.** The article considers the recreational potential of the active zone of the Pine Grove forest park in the city of Yoshkar-Ola. A recreational assessment of the territory was made. As a result of the analysis of the available estimates, conclusions are drawn about the need to design measures to radically improve the state of forests. The favorability of the territory for recreation of the population is estimated. The necessity of planning landscaping measures to preserve the stability of plantings has been identified.

**Key words:** Recreation, forest park, recreational potential, recreational assessment.



УДК 546.17-3:635.1/.8:582.926.2

**FEATURES OF THE ACCUMULATION OF NITROGEN-CONTAINING ANIONS IN FRUIT VEGETABLES OF THE PASLENOVIE FAMILY****ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ АНИОНОВ В ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ СЕМЕЙСТВА ПАСЛЕНОВЫЕ****Khadanovich A. V. / Хаданович А.В.***s.c.s., as. prof. / к.х.н, доцент***Zaytseva A.D. / Зайцева А.Д.***undergraduate / магистрант**Biological Faculty, EE "Gomel State University named after F. Skorina",**Gomel, st. Soviet 108, 246028**Биологической факультет УО «Гомельский государственный университет**имени Ф.Скорины», Гомель, ул. Советская 108, 246028*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы, посвященные изучению особенностей взаимосвязи содержания нитрат- и нитрит-ионов в плодовоовощной продукции семейства Паслёновые. Выявлено снижение содержания нитрат-ионов в овощах и увеличение концентрации нитрит-ионов в осенний период. Внесение азотсодержащих удобрений в почву достоверно способствует увеличению количества нитратов в овощах.

**Ключевые слова:** удобрение, нитрат-ионы, нитрит-ионы, почва, растение, семейство, Паслёновые.

Азот и его соединения являются основными составляющими, обеспечивающими жизнедеятельность растений. В природе происходит обмен между азотом атмосферы и земной поверхностью различными способами, в частности, посредством воды, почвы, микроорганизмов, растений, животных и человека. Содержащийся в атмосфере газообразный азот с помощью азотфиксирующих ферментов микроорганизмов связывает другие химическими элементы и образует азотсодержащие соединения [1].

Важнейшими азотсодержащими соединениями являются нитрат-ионы, которые из почвы частично ассимилируются растениями, где подвергаются денитрификации и восстанавливаются до нитрит-ионов. В процессах восстановления, в частности, участвуют продукты нециклического фотофосфолирования (НАДФН, АТФ) [2, 3]. Изучение процессов трансформации соединений в почва-растение является актуальным.

Цель работы – изучение особенностей накопления нитрат- и нитрит-ионов в плодовоовощной продукции, выращенной в условиях микрополевого опыта.

Объектом исследования являлись образцы дерново-подзолистой супесчаной почвы приусадебного участка города Гомеля и растений семейства Паслёновые, выращенные на почве без и с внесением карбамида.

**Методы исследования:** фотоколориметрический, ионометрический, титриметрический, потенциометрический. Определение агрохимических показателей почв, содержания нитрат и нитрит-ионов в почве, растениях проводили по стандартным методикам [5].

Растения изучаемых семейств высаживались на деланки почвы площадью 1x1 м<sup>2</sup> [6]. Проводили двукратное внесение минерального удобрения карбамида в почву. Первая подкормка осуществлялась в момент высадки и посева





растений (доза 20 г/м<sup>2</sup>), вторая – во время вегетации (доза 10 г/м<sup>2</sup>).

Проведен агрохимический анализ почвы. Значения рН солевой вытяжки – 7,3 и 7,1; рН водной вытяжки – 7,6 и 7,9; гидролитическая кислотность – 3,2 и 8,8 мг-экв/г; содержание нитрат-ионов составило 15,8 и 27,9 мг/кг; Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – 153 и 157,2 мг/кг; К<sub>2</sub>О – 167,2 и 176,8 мг/кг; гумуса – 2,5 и 2,8 % для почвенных образцов без и с внесением удобрения соответственно.

В таблице 1 представлены результаты опыта.

**Таблица 1 - Содержание нитрат-ионов в плодоовощной продукции**

*В мг/кг*

| Растения               | Содержание NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> |                                         |     |
|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----|
|                        | 1                                       | 2                                       | ПДК |
| Семейство Пасленовые   |                                         |                                         |     |
| Томат обыкновенный     | $\frac{75,8 \pm 8,4}{64,3 \pm 5,4}$     | $\frac{141,8 \pm 13,4}{125,2 \pm 11,2}$ | 150 |
| Картофель обыкновенный | $\frac{24,5 \pm 1,6}{20,1 \pm 1,4}$     | $\frac{51,5 \pm 4,6}{42,2 \pm 3,4}$     | 250 |
| Перец сладкий          | $\frac{105,5 \pm 12,3}{95,1 \pm 8,2}$   | $\frac{144,5 \pm 11,2}{125,3 \pm 7,6}$  | 200 |

*Примечание: Содержание нитрат-ионов в растениях, выращенных на почве: 1 – без внесения удобрения; 2 – с внесением удобрения; числитель – в летних образцах; знаменатель – в осенних образцах.*

Результаты микрополевого опыта показали, что внесение азотсодержащих удобрений в почву повлекло увеличение содержания нитрат-ионов в овощах в летний и осенний период в среднем на 42% и 41% соответственно по сравнению с растениями, выращенными на почве без внесения удобрения.

Несмотря на принадлежность к одному семейству, вид растений определяет специфику накопительной способности азотсодержащих соединений. Так, предельно допустимые концентрации нитрат-ионов различны для каждого из изучаемых видов растений.

Следует отметить, что максимальные увеличения концентраций нитрат-ионов зафиксированы для картофеля обыкновенного – как в летний, так и в осенний период. Увеличение содержания нитратов в образцах составило 52% по сравнению с образцами, выращенными на удобренной почве. Минимальное повышение концентраций изучаемых ионов отличалось в перце сладком, выращенном на удобренной почве и составило 27% и 24,1% для образцов, отобранных в летний и осенний периоды соответственно. Все различия являются значимыми, о чем свидетельствуют данные проведенного однофакторного дисперсионного анализа ( $R_{пр. (114,3)} > R_{теор. (7,7)}$ ).

На содержание нитрат-ионов оказывает влияние ряд факторов: температурный режим, влажность, период вегетации, видовая принадлежность. Отмечено снижение количественного содержания нитратов в овощной продукции в осенний период по сравнению с летним.

Снижение уровня нитрат-ионов составило для томата обыкновенного



15,2%; для картофеля обыкновенного – 17,9%; для перца сладкого – 9,9%. Эта тенденция обусловлена снижением среднесуточной температуры, уменьшением продолжительности светового дня и в целом способствовало протеканию восстановительных процессов в растениях (таблица 2).

**Таблица 2 - Содержание нитрит-ионов в плодоовощной продукции**

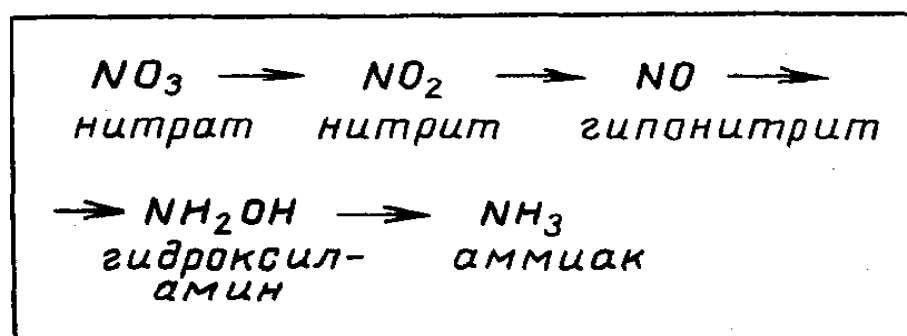
*В мг/кг*

| Образцы растений       | Содержание $\text{NO}_2^-$ |                 |                 |                 |
|------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                        | 1                          |                 | 2               |                 |
|                        | лето                       | осень           | лето            | осень           |
| Семейство Пасленовые   |                            |                 |                 |                 |
| Томат обыкновенный     | $0,15 \pm 0,03$            | $0,17 \pm 0,02$ | $0,2 \pm 0,04$  | $0,23 \pm 0,07$ |
| Картофель обыкновенный | $0,21 \pm 0,05$            | $0,25 \pm 0,04$ | $0,25 \pm 0,08$ | $0,3 \pm 0,04$  |
| Перец сладкий          | $0,35 \pm 0,03$            | $0,38 \pm 0,02$ | $0,42 \pm 0,04$ | $0,46 \pm 0,05$ |

*Примечание: Содержание нитрит-ионов в растениях, выращенных на почве: 1 – без внесения удобрения; 2 – с внесением удобрения.*

Все изучаемые растения, отобранные в осенний период, содержали большее количество нитрит-ионов по сравнению с образцами растений выращенных в летний период. Увеличение нитритов в овощах варьировало от 16,6% (перец сладкий) до 26% (томат обыкновенный). Различия являются достоверными, о чем свидетельствуют результаты однофакторного дисперсионного анализа ( $R_{\text{пр.}}(42,3) > R_{\text{теор.}}(7,7)$ ).

Тенденция снижения количественного содержания нитрат-ионов и увеличения содержания нитритов в растительных образцах обусловлена рядом превращений (рисунок 1).



**Рисунок 1 - Превращение нитрат-ионов в растительных клетках**

На изменение количественного содержания азотсодержащих ионов в растениях так же влияет меньшая физиологическая активность, накопление промежуточных продуктов метаболизма; переход растений в фазу созревания, данной закономерности являются гидрометеоусловия; недостаток или избыток влаги негативно сказывается на процессах, протекающих в растительных организмах.



### Литература:

1. Кленова, И.А. Нитраты и нитриты как экологические факторы / И.А. Кленова, Л.О. Столярчук // Ростовский гос. ун-т путей сообщения. – № 2. – 2018. – С. 66 – 68.
2. Агрохимия: учеб. Пособие / И.Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И.Р. Вильдфлуша. – Минск: РИПО, 2011. – 300 с.
3. Бывалец, О.А. Экологические последствия распространения нитратов / О.А. Бывалец, Е.П. Степина, Д.В. Хлыстов // Серия: физика и химия. – 2013. – № 2. – С. 76 – 82.
4. Хелдт, Г.В. Биохимия растений / Г.-В. Хелдт. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 463 с.
5. ГОСТ 29270-95. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2010. – С. 155 – 168.
6. Минеев, В.Г. Агрохимия / В.Г. Минеев; Уч. Пособие.; 2-е издание – Москва, 2004. – 750 с.

**Abstract.** *The most important nitrogen-containing compounds are nitrate ions, which are partially assimilated from the soil by plants where they undergo denitrification and are reduced to nitrite ions. The purpose of the work was to study the features of the accumulation of nitrate and nitrite ions in fruit and vegetable products grown under microfield conditions. A single-factor microfield experiment was carried out during which it was revealed: a decrease in the content of nitrate ions in vegetables in the autumn period and an increase in the concentration of nitrite ions. The introduction of nitrogen-containing fertilizers into the soil reliably contributes to an increase in the amount of nitrates in vegetables.*

**Key words:** *fertilizer, nitrate ions, nitrite ions, correlation, soil, plant, family, Paslenovs.*

Статья отправлена: 01.12.2021

© Зайцева А.Д.



УДК 633.522: 631.53.048

**FEATURES OF DENSITY FORMATION OF HEMP CROPS DEPENDING ON SEEDING RATES INFLUENCE****ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГУСТОТИ ПОСІВІВ КОНОПЕЛЬ ПОСІВНИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ**

Suchek V.M. / Сучек В.М.

postgraduate / аспірант

ORCID: 0000-0001-6738-6284

Higher educational institution «Podillia State University»,

Kamianets-Podilskyi, Shevchenko Str. 13, 32316

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»,

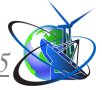
Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 13, 32316

**Анотація.** Мета досліджень – встановити ефективність норм висіву насіння в управлінні параметрами густоти рослин в процесі формування агрофітоценозу коноплі посівної. Встановлено вплив фактору норм висіву насіння, як за ширини міжрядь 15 см, так і за ширини міжрядь 45 см на параметри густоти рослин при формуванні агрофітоценозу коноплі посівної. Істотної різниці при порівнянні експериментальних даних між сортами не встановлено. При застосуванні норм висіву насіння 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн. шт./га кожен варіант дослідів за ширини міжрядь 15 см утворював окрему статистичну групу. В середньому по досліді відповідно до зазначених норм висіву насіння встановлені параметри густоти рослин на одиниці площі посіву – 100; 146; 187; 226; 257 шт./м<sup>2</sup>. За ширини міжрядь 45 см в середньому по досліді встановлені параметри посівів кількості рослин – 49; 73; 95; 115; 134 шт./м<sup>2</sup>, які утворюють окремі статистичні групи у відповідності до норм висіву насіння 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 та 1,8 млн. шт./га. Особливість формування посівів конопель полягає у зменшенні кількості рослин на одиниці площі у відповідності до кількості висіяного насіння при збільшенні норм висіву, як за ширини міжрядь 15 см, так і за ширини міжрядь 45 см. За варіантів норм висіву 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн. шт./га при ширині міжрядь 15 см порівняно до кількості висіяного насіння їх було менше відповідно на 16,7%; 18,9; 22,1; 24,7; 28,6%, за варіантів норм висіву насіння 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8 млн. шт./га при ширині міжрядь 45 см відповідно до зазначених варіантів – на 18,3%, 18,9; 20,8; 23,3; 25,6%.

**Ключові слова:** коноплі посівні, сорт, норма висіву насіння, ширина міжрядь, густота посівів, агрофітоценоз

**Вступ**

На параметр густоти посівів сільськогосподарських культур в технології вирощування завжди звертають особливу увагу. Закони формування урожаю включають означений показник і пояснюють, що він є важливим, так як спрямований на досягнення поставленої мети. Одне із важливих завдань в технології вирощування полягає у необхідності забезпечення оптимальних параметрів посівів, щодо густоти стояння рослин. Відомо, що складовими компонентами урожайності зернових, як і інших культур, зокрема коноплі посівної є показники кількості рослин на одиниці площі посіву, кількості зернівок, насінин на рослині та параметр маси однієї зернівки або насінини. Відповідно урожайність зумовлюється інтегральною функцією трьох складових. До найважливішого компоненту із трьох складових належить параметр кількості рослин на одиниці площі посіву, так як йому відводиться роль функціонального чинника. Рослини безпосередньо виконують роль продуцентів, тобто забезпечують синтез органічної речовини. Їх індивідуальна



продуктивність значною мірою залежить від густоти посівів [1, 2, 3].

Спроможність технології в процесі вирощування коноплі посівної формувати високопродуктивні посіви є досить важливим завданням на сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва в галузі рослинництва [4]. Високопродуктивні посіви характеризуються такими вимогами: оптимальна кількість рослин на одиниці площі посіву, рівномірно розміщених та однаково розвинутих. Для рівномірно розміщених рослин в посівах характерний однаковий ступінь напруженості ценотичної взаємодії між рослинами агрофітоценозу та синхронними темпами розвитку. Це сприяє рівнозначним конкурентним можливостям між рослинами і зменшенню диференціації росту та розвитку в посівах. Від маси зернівки або третього складового компонента залежить у багатьох технологіях і якість вирощеної продукції. Встановлено наприклад, що у зернових колосових із збільшенням густоти посівів у рослин зменшуються, як озерненість, так і маса кожної зернівки від якої залежить якість вирощеної продукції [5, 6]. Відповідно густота стояння рослин в посівах має важливе значення в технологіях вирощування. Вона значною мірою залежить від якості висіяного насіння, польової схожості та виживання рослин, а разом і від досконалості розвитку технологій. Щодо вирощування конопель посівних така закономірність та актуальність також має місце. За дотримання всіх вимог щодо якості посівного матеріалу та технологічного процесу сівби у забезпеченні рівномірного розміщення насіння в ґрунті, основного впливу в управлінні параметрами густоти посівів надають нормам висіву насіння.

**Мета досліджень** – встановити ефективність норм висіву насіння в управлінні параметрами густоти рослин в процесі формування агрофітоценозу коноплі посівної.

#### **Матеріали та методика досліджень**

Дослідження виконані впродовж 2018–2020 рр. в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» в умовах Західного Лісостепу України.

У проведенні польових досліджень задіяні сорти коноплі посівної Інституту луб'яних культур Національної академії аграрних наук України ЮСО-31, Гляна та Глесія. Дослід 1 організований за умови ширини міжрядь 15 см та варіантів норм висіву насіння 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн. шт./га. Дослід 2 – за умови ширини міжрядь 45 см та варіантів норм висіву насіння 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8 млн. шт./га. Тип ґрунту дослідних ділянок – чорнозем опідзолений на лесовидному суглинку.

Розміщення ділянок коноплі посівної – систематизоване ярусне. Кількість повторень – чотириразова. Загальна площа ділянки 60 м<sup>2</sup>, облікової – 50 м<sup>2</sup>. Ділянки для підрахунку густоти рослин на варіантах норм висіву насіння в посівах виділяли перед збиранням урожаю рендомізовано. Для статистичного аналізу отриманих експериментальних даних використовували дисперсійний аналіз на основі багаторангового критерію Дункана [7].

#### **Результати досліджень**

У дослідженнях вирощування конопель посівних було задіяно у формуванні посівів п'ять норм висіву насіння, як за ширини міжрядь 15 см –





1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн. шт./га, так і за ширини міжрядь 45 см – 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 та 1,8 млн. шт./га. Незважаючи на те, що із збільшенням норми висіву насіння, виживання рослин конопель від кількості тих, що забезпечили сходи, зменшувалось, параметри посівів закономірно залежали від норми висіву насіння.

Проведений статистичний аналіз показав дію технологічного фактора – норм висіву насіння на кількість рослин одиниці площі посіву. Кожна норма висіву насіння утворює окрему статистичну групу за параметрами кількості рослин. Такий результат незважаючи на те, що із збільшенням норми висіву насіння ступінь збереження рослин зменшувався, управління процесом формування посівів коноплі посівної нормами висіву встановлено.

За виконаними статистичними розрахунками встановлено, що зазначена закономірність при вирощуванні сорту ЮСО-31 за ширини міжрядь 15 см була щорічною. Вплив кожної із задіяних норм за кроком експерименту 0,6 млн. шт./га, на параметри агрофітоценозу істотний. За середніми даними 2018-2020 рр. показник кількості рослин на одиниці площі посіву конопель сорту ЮСО-31 при нормі висіву 1,2 млн. шт./га становив 100 шт./м<sup>2</sup>; 1,8 млн. шт./га – 146 шт./м<sup>2</sup>; 2,4 млн. шт./га – 188 шт./м<sup>2</sup>; 3,0 млн. шт./га – 227 шт./м<sup>2</sup> і при нормі висіву насіння 3,6 млн. шт./га – 260 шт./м<sup>2</sup> (табл. 1).

Аналіз даних сорту конопель Гляна порівняно до сорту ЮСО-31 при ширині міжрядь 15 см, за своїм змістом та закономірністю аналогічний. Щороку у відповідності до зазначених норм висіву були встановлені за отриманими показниками густоти рослин конопель посівних окремі гомогенні групи. В середньому за роки досліджень показник кількості рослин відносно норми висіву насіння 1,2 млн. шт./га становив 99 шт./м<sup>2</sup>; при нормі висіву 1,8 млн. шт./га їх кількість збільшилася до 146 шт./м<sup>2</sup>; при 2,4 млн. шт./га – до 187 шт./м<sup>2</sup>; при 3,0 млн. шт./га – до 225 шт./м<sup>2</sup> і при 3,6 млн. шт./га – до 255 шт./м<sup>2</sup>.

**Таблиця 1 - Залежність густоти посіву сортів конопель посівних від норми висіву насіння при ширині міжрядь 15 см, шт. рослин на 1м<sup>2</sup> (середнє за 2018-2020 рр.)**

| Норма висіву,<br>млн. шт./га | Сорт   |       |        | Гомогенні групи |     |     |     |     |
|------------------------------|--------|-------|--------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|                              | ЮСО-31 | Гляна | Глесія | 1               | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 1,2                          | 100    | 99    | 100    | ***             |     |     |     |     |
| 1,8                          | 146    | 146   | 146    |                 | *** |     |     |     |
| 2,4                          | 188    | 187   | 187    |                 |     | *** |     |     |
| 3,0                          | 227    | 225   | 225    |                 |     |     | *** |     |
| 3,6                          | 260    | 255   | 255    |                 |     |     |     | *** |

Отримані результати сорту Глесія аналогічні за змістом закономірності. Кожного експериментального року норми висіву насіння при ширині міжрядь 15 см утворювали окремі статистичні групи на рівні значущості похибки 5%.



Відповідно дія фактора є достовірною та ефективною. Тренд розподілу результативних даних близький до прямолінійного. Аналіз даних по сорту Глесія показав, що кількість рослин на одиниці площі посіву при нормі висіву 1,2 млн. шт./га була найменшою і становила 100 шт./м<sup>2</sup>. При збільшенні норми висіву порівняно до даних попередньої норми відбувалося істотне збільшення густоти посівів на 46 шт./м<sup>2</sup> – 1,8 млн. шт./га на; на 41 шт./м<sup>2</sup> – 2,4 млн. шт./га; на 38 шт./м<sup>2</sup> – 3,0 млн. шт./га і на 30 шт./м<sup>2</sup> – 3,6 млн. шт./га.

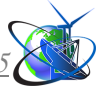
Подібною є також залежність густоти рослин агрофітоценозу конопель посівних від норм висіву насіння за умови проведення сівби при ширині міжрядь 45 см. Результати щорічного статистичного аналізу за критерієм Дункана по сорту ЮСО-31 показали, що кожна норма висіву забезпечує окрему статистичну групу за впливом на параметри посівів щодо кількості рослин на одиниці площі.

У середньому за 2018-2020 рр. у сорту ЮСО-31 показник кількості рослин на одиниці площі при нормі 0,6 млн. шт./га був найменшим і становив 50 шт./м<sup>2</sup>. За умови збільшення норми висіву насіння до 0,9 млн. шт./га значення показника зростало на 23 шт./м<sup>2</sup>. При нормі висіву насіння 1,2 млн. шт./га кількість рослин становила 95 шт./м<sup>2</sup>, при нормі 1,5 млн. шт./га – 115 шт./м<sup>2</sup>. Норма висіву насіння 1,8 млн. шт./га забезпечила формування найбільшої кількості рослин 134 шт./м<sup>2</sup> (табл. 2).

Аналіз даних кількості рослин сорту Гляна у роки досліджень також показав аналогічні результати, які характеризують закономірність істотного впливу кожної норми висіву насіння на густоту посівів. Щорічно кожна норма висіву істотно відрізнялася від інших за впливом на формування параметрів агрофітоценозу конопель посівних щодо кількості рослин на одиниці площі. Аналіз даних сорту Гляна в середньому за три роки досліджень аналогічно відображає закономірність, яка встановлена була щорічно. За умови норми висіву насіння 0,6 млн. шт./га показник становив 49 шт./м<sup>2</sup>. За норми висіву 0,9 млн. шт./га він збільшився до 73 шт./м<sup>2</sup>, за норми 1,2 млн. шт./га – до 95 шт./м<sup>2</sup>, за норми 1,5 млн. шт./га – до 115 шт./м<sup>2</sup> та за норми 1,8 млн. шт./га – до 134 шт./м<sup>2</sup>.

**Таблиця 2 - Залежність густоти посіву сортів конопель посівних від норми висіву насіння при ширині міжрядь 45 см, шт. рослин на 1м<sup>2</sup> (середнє за 2018-2020 рр.)**

| Норма висіву,<br>млн. шт./га | Сорт   |       |        | Гомогенні групи |     |     |     |     |
|------------------------------|--------|-------|--------|-----------------|-----|-----|-----|-----|
|                              | ЮСО-31 | Гляна | Глесія | 1               | 2   | 3   | 4   | 5   |
| 0,6                          | 50     | 49    | 49     | ***             |     |     |     |     |
| 0,9                          | 73     | 73    | 72     |                 | *** |     |     |     |
| 1,2                          | 95     | 95    | 94     |                 |     | *** |     |     |
| 1,5                          | 115    | 115   | 114    |                 |     |     | *** |     |
| 1,8                          | 134    | 134   | 133    |                 |     |     |     | *** |



Щодо сорту Глесія за цих же норм висіву насіння в проведених дослідженнях отримані результати співпадають з такими, що встановлені при вирощуванні сортів ЮСО-31 та Гляна. Кожна норма висіву щорічно утворювала окрему статистичну групу за параметрами посівів щодо кількості рослин на одиниці площі. В межах варіантів норм висіву насіння сорту Гляна, цей технологічний фактор можна також вважати фактором управління параметрами посівів конопелі. Аналіз даних сорту Глесія свідчить, що показник кількості рослин на одиниці площі посіву залежить від норми висіву насіння та характеризується наступними результатами: 49 шт./м<sup>2</sup> – при 0,6 млн. шт./га; 72 шт./м<sup>2</sup> – при 0,9 млн. шт./га; 94 шт./м<sup>2</sup> – при 1,2 млн. шт./га; 114 шт./м<sup>2</sup> – при 1,5 млн. шт./га та 133 шт./м<sup>2</sup> – при 1,8 млн. шт./га.

В результаті проведених досліджень можна стверджувати, що фактор норми висіву насіння в технології вирощування сучасних сортів конопель посівних за умови ширини міжрядь 15 та 45 см може бути ефективним в управлінні формування параметрів агрофітоценозу за кількістю рослин на одиниці площі посіву.

### **Висновки.**

Істотної різниці у порівнянні експериментальних даних між сортами не встановлено. При застосуванні норм висіву насіння 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн. шт./га кожен варіант дослідів за ширини міжрядь 15 см утворював окрему статистичну групу. В середньому по досліді відповідно до зазначених норм висіву насіння встановлені параметри густоти рослин на одиниці площі посіву – 100; 146; 187; 226; 257 шт./м<sup>2</sup>. За ширини міжрядь 45 см в середньому по досліді встановлені параметри посівів кількості рослин – 49; 73; 95; 115; 134 шт./м<sup>2</sup>, які утворюють окремі статистичні групи у відповідності до норм висіву насіння 0,6; 0,9; 1,2; 1,5 та 1,8 млн. шт./га.

Особливість формування посівів конопель полягає у зменшенні кількості рослин на одиниці площі у відповідності до кількості висіяного насіння при збільшенні норм висіву, як за ширини міжрядь 15 см, так і за ширини міжрядь 45 см. За варіантів норм висіву 1,2; 1,8; 2,4; 3,0; 3,6 млн. шт./га при ширині міжрядь 15 см порівняно до кількості висіяного насіння їх було менше відповідно на 16,7%; 18,9; 22,1; 24,7; 28,6%, за варіантів норм висіву насіння 0,6; 0,9; 1,2; 1,5; 1,8 млн. шт./га при ширині міжрядь 45 см відповідно до зазначених варіантів – на 18,3%, 18,9; 20,8; 23,3; 25,6%.

### **Література**

1. Мигаль М.Д. Біологія формування насінневої продуктивності конопель: монографія. Суми: видавничий будинок «Еллада», 2015. 233 с.
2. Кабанець В.М. Формування параметрів посівів рослин конопель сорту Гляна залежно від технологічних заходів. *Вісник Уманського національного університету садівництва: науково-виробничий журнал*. 2017. №2. С. 36–40.
3. Кабанець В.М. Вплив добрив і норм висіву насіння на продуктивність рослин конопель сорту Гляна. *Агропромислове виробництво Полісся: збірник наукових праць*. 2017. №10. С. 42–45.
4. Вировець В.Г., Баранник В.Г., Гілязетдінов Р.Н. та ін. Коноплі:



монографія; за ред. М.Д. Мигалю, В.М. Кабанця. Суми: видавничий будинок «Еллада», 2011. 384 с.

5. Горах О. С. Управління продукційним процесом пивоварного ячменю: Монографія. 2 видання з доповненнями. Кам'янець-Подільський: ПП «Медобори-2006», 2017. 464 с.

6. Горах О. С., Климишена Р. І. Ячмінь: управління пивоварною якістю: монографія. Кам'янець-Подільський: ТОВ «Друкарня Рута», 2020. 260 с.

7. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ: Українська академія аграрних наук, 2007. 55 с.

### References

1. Mygal M.D. (2015). *Biologhiia formuvannia nasinnievoi produktyvnosti konopel: monohrafiia*. [Biology of cannabis productivity formation: monograph]. Sumy: publishing house "Hellas", 233 p. (in Ukrainian)

2. Kabanets V.M. (2017). *Formuvannia parametriv posviv roslyn konopel sortu Hliana zalezno vid tekhnolohichnykh zakhodiv*. [Formation of parameters of crops of cannabis plants of Glyana variety depending on technological measures]. *Bulletin of Uman National University of Horticulture: Research and Production Journal*, №2. Pp. 36–40. (in Ukrainian)

3. Kabanets V.M. (2017). *Vplyv dobryv i norm vysivu nasinnia na produktyvnist roslyn konopel sortu Hliana*. [Influence of fertilizers and seeding rates on the productivity of Hlyana cannabis plants]. *Agroindustrial production of Polissya: a collection of scientific works*, №10. Pp. 42–45. (in Ukrainian)

4. Vyrovets V.G., Barannik V.G., Gilyazetdinov R.N. etc. (2011). *Konopli: monohrafiia; za red. M.D. Myhalia, V.M. Kabantsia*. [Hemp: monograph; for ed. M.D. Mygal, V.M. Kabanets]. Sumy: Hellada Publishing House, 384 p. (in Ukrainian)

5. Gorash, O.S. (2017). *Upravlinnia produtsiinym protsesom pyvovarnoho yachmeniu: monohrafiia; 2 vydannia z dopovnenniamy*. [Management of brewing barley production process: monograph; 2 editions with additions]. Kamyanets-Podilskyi: PE Medobory-2006, 464. (in Ukrainian)

6. Gorash, O.S., Klymyshena, R.I. (2020). *Yachmin: upravlinnia pyvovarnoiu yakistiu: Monohrafiia*. [Barley: brewing of quality management: Monograph]. Kamianets-Podilskyi: TOV «Drukarnia Ruta», 260. (in Ukrainian)

7. Ermantraut, E.R., Prysiashniuk, O.I., Shevchenko, I.L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0*. [Statistical analysis of agronomic research data in the package Statistica 6.0]. Kyiv: Ukrainian Academy of Agrarian Sciences, 55. (in Ukrainian)

**Abstract.** The purpose of research is to establish the effectiveness of seeding rates in the management of plant density parameters in the process of agrophytocenosis formation of hemp. The factor of influence of seeding rates, both with a row spacing of 15 cm, and with a row spacing of 45 cm on parameters of plants density at agrophytocenosis formation of hemp is established. No significant difference was found when comparing experimental data between varieties. When applying the seeding rate of 1.2; 1.8; 2.4; 3.0; 3.6 million pcs / ha, each variant of the experiment with a row spacing of 15 cm formed a separate statistical group. On average, according to the experiment, in accordance with the specified seeding rates, the parameters of plant density per unit of sown area are set - 100; 146; 187; 226; 257 pcs / m<sup>2</sup>. At a row spacing of 45 cm, on average, the parameters of sowing the number of plants are set - 49; 73; 95; 115; 134 pcs / m<sup>2</sup>, which form separate statistical groups in accordance with seeding rates 0.6; 0.9; 1.2; 1.5 and 1.8 million pcs / ha. The peculiarity of the hemp crops formation is to reduce the number of plants per unit area in accordance with the number of sown seeds with increasing seeding rates, both with row spacing 15



cm and with row spacing 45 cm. According to the variants of seeding rates 1.2; 1.8; 2.4; 3.0; 3.6 million pcs / ha with a row spacing of 15 cm compared to the number of sown seeds, they were less by 16.7%; 18.9; 22.1; 24.7; 28.6%, according to the variants of seeding rates 0.6; 0.9; 1.2; 1.5; 1.8 million pcs / ha with a row spacing of 45 cm in accordance with these variants - by 18.3%, 18.9; 20.8; 23.3; 25.6%.

**Key words:** hemp, variety, seeding rate, row spacing, crop density, agrophytocenosis.

Науковий керівник: д.с.-г.н., проф. Гораш О.С.

Стаття відправлена: 06.12.2021 р.

© Сучек В.М.





УДК 664.934

**RATIONALE FOR THE CHOICE OF TURKEY MEAT FOR THE  
PRODUCTION OF MEAT PRODUCTS**  
**ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ М'ЯСА ІНДИКІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ М'ЯСНИХ  
ПРОДУКТІВ**

Prylipko T.M. / Приліпко Т.М.,

d.a. s., prof. / д.с.н., проф.

ORCID: 0000-0002-8178-207X

Gandziuk T.O. / Гандзюк Т.О.

Postgraduate/аспірант

Podolsk State University, Kamianets-Podilskyi, Shevchenko, 13, 32300

Подільський державний університет,

Кам'янець-Подільський, Шевченко 13, 32300

**Abstract.** Analysis of global trends in poultry shows a steady pattern of increasing production and consumption of turkey. With the existing recipes of meat products, it is increasingly interesting to study the possibility of using non-traditional raw materials and raw ingredients that are able to ensure high quality finished products. In the last two years there has been a steady trend of increasing commercial production of turkey meat, mainly due to imports of foreign poultry, which in the form of the final hybrid is imported for fattening meat, without the possibility of further reproduction. the biological value of the product depends primarily on the balance of amino acid composition of proteins and the degree of their digestibility. Therefore, you can choose the following options for combining collagen-containing raw materials with other raw materials of animal and plant origin, which complement the nutritional value of the product and increase the degree of its digestibility.

**Key words:** selection, hybrid, meat, turkeys, raw materials, meat products, protein

At the present stage of development of the meat processing industry, there is an increase in the production of new types of meat products, which include multicomponent emulsions, suspensions, gels and structured compositions made from secondary protein raw materials. It is worth noting that with the existing recipes of meat products is increasingly interested in studying the possibility of using non-traditional raw materials and raw ingredients that are able to ensure high quality finished products. It is possible to note such kind of raw materials as turkey meat which, in turn, can be carried to dietary, and the products made from it to delicacies.

Recently, many experts have been drawing attention to the need for accelerated development of indication in Ukraine. They point out that after the saturation of the broiler meat market, it is necessary to expand the range of meat products and increase the production of meat of other poultry species - ducks, geese, and especially turkeys [ 7,9].

The basis for improving traditional and developing new technologies for the production of meat products should be: hygienic design of the composition and formulation of the product, biotechnology, modern technology and equipment and packaging. The result of such a project is a safe, tasty product with high nutritional value, in modern packaging. New technological solutions should be implemented not only in the field of production but also in storage [7].

It is known [1, 9] that the quality of meat products significantly depends on the



quality of raw materials, which, in turn, is influenced by sex, age, breed, feeding and transportation of animals, methods and modes of slaughter, processing and clearings, and also duration and conditions of storage of a product.

Analysis of world trends in poultry shows [1, 5, 6,] a stable pattern of increasing production and consumption of turkey. According to scientists [4,7], turkeys, among many species of poultry, are the largest in size, whose live weight in adulthood reaches: females 8 - 10 kg., Males 15 - 18 kg. At the same time, from one female per year you can grow 90 - 100 turkeys and get 400 - 500 kg of meat in live weight. Turkeys grow quickly, which makes it possible to get at 13 - 17 weeks of age a carcass weighing 4 - 4.5 kg at a slaughter yield of 80 - 85% and feed consumption per 1 kg of growth of 3 - 3.5 kg. The average daily increase in live weight of turkeys in the case of intensive cultivation reaches 90-140 g., The yield of muscle tissue - 60%, including pectoral muscles - up to 30% of live weight. Thus processing of one ton of carcasses of turkeys allows to receive about 800 kg of meat, including to 300 kg of pectoral muscles. It should be noted that turkeys are characterized by good reproductive qualities and begin to lay eggs at 8 - 8.5 months of age - they are intensively laid for six months and during this period their productivity reaches 110 - 120 eggs.

It is known [5, 6] that in terms of dietary properties and taste, turkey meat differs favorably from poultry meat of other species because it contains more protein, vitamins, less fat and cholesterol (2 - 5%) than meat of yaso chickens. In addition, turkey meat is characterized by a specific taste inherent in game. The pectoral muscles of this bird contain up to 28, and the whole carcass - 21% protein and 12% fat; slaughter yield reaches 90, edible particles account for 65% of the carcass weight; muscle tissue is 55% of live weight.

Natural and climatic conditions of Ukraine, its well-developed grain production industry, should contribute to more intensive breeding of turkeys. In the last two years there has been a steady trend of increasing commercial production of turkey meat, mainly due to imports of foreign poultry, which in the form of the final hybrid is imported for fattening meat, without the possibility of further reproduction. Such enterprises include the Ukrainian Food Group Limited Liability Company (Chernivtsi); Ukrainian-French joint venture "Greller-Broshukova" (Rivne region); Limited Liability Company "Plemptakhosovkhoz" Brovarsky "of Kyiv region; Agricultural firm" Shakhtar "of Donetsk region and others.

According to the "Program of development of turkey poultry in Ukraine for the period up to 2015" developed jointly with the Ministry of Agrarian Policy, the production of turkey meat in Ukraine in 2015 is expected to increase to 200 thousand tons of live weight, which will be 15-20% of potential consumption market poultry meat [1,3].

It is well known [1,5,8,] that for the production of pate also used offal (pork skin, liver, brains). In this case, each type of offal has its own characteristics of morphological and chemical composition, which highlight the most valuable biological properties and determine their rational use. All offal is an essential source of protein, and most of it contains the same amount of protein as meat. By-products are also a source of minerals.



In countries with a high level of development of the meat industry, there is one general trend - the desire to find ways to process low-grade secondary raw materials, which allows you to direct it to the production of high quality food. One of the most common types of such raw materials is pork skin. To increase the efficiency of production of meat and other products that contain as one of the recipe ingredients connective tissue as a raw material, use a variety of techniques, technological processes, as well as the principles of biotechnology [8].

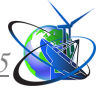
Researchers believe [1,3, 4] that the purposeful introduction of collagen in the recipe of meat products allows in some way to address the issues of rational use of low-grade raw materials, increase the volume and expand the range of food products.

Scientists believe [3,6] that when creating functional meat products, it is advisable to include raw ingredients containing selenium, such as soy. Soybeans are able to accumulate in the grain a large number of useful for human and animal life chemical elements. In terms of selenium content, soybeans rank first among all cereals. The daily requirement of an adult for selenium is from 120 to 200 mcg / g.

**Conclusions.** The determining factor in the creation of meat products is their biological value. Limited to a number of essential amino acids, collagen is a defective protein, and it can not be an adequate replacement for muscle tissue. However, the biological value of the product depends primarily on the balance of amino acid composition of proteins and the degree of their digestibility. Therefore, you can choose the following options for combining collagen-containing raw materials with other raw materials of animal and plant origin, which complement the nutritional value of the product and increase the degree of its digestibility.

## References

1. Handbook of complete feeding of farm animals / I.I. Ibatullin, MI Бащенко, O.M. Zhukorsky [etc.]; for science. ed. II Ibatullin and OM Zhukorsky. - Kyiv: Agarna Nauka, 2016. - 336 p. 2. Sheep breeding of Ukraine / V.M. Iovenko, P.I. Polish, OG Antonets [etc.]; for order. acad. VP Burkata. - Kyiv: Agrarian Science, 2006. - 614 pp.
2. Prylipko, T.M., Prylipko, I.V. Task and priorities of public policy of Ukraine in food safety industries and international normative legal bases of food safety. *European Research Area: Status, Problems and Prospect* : proceedings of the International Academic Congress (Latvian Republic, Rīga, 01-02 September 2016). Riga, 2016. P. 85-87.
3. Prylipko T., Koval T., Kostash V., Tocarchuk T., Tsvihun A., Optimization of recipe turkey meat pate. *Carpathian journal of food science and technology*. Vol. 12, Nr.(4), 2020 p. 98-112.
4. Prylipko T., Kostash V., Koval T., and ather. Modeling of microbiological and biochemical processes under the conditions of steam contact sterilization in containers of turkey meat pate. *Independent journal of management & production*. Vol. 12, Nr.(3), 2021 p. 318-334
5. Kotsiumbas, H. I., Shcherbakovska, O. M., & Kotsiumbas, I. Ia. (2012) *Ekspertyza kovbasnykh vyrobiv histolohichnym metodom*. Lviv. 103 p. (in Ukrainian)



6. V.V. Vlasenko. Basics of technology and commodity science of sausages and smoked meats. Vinnytsia - "HIPANIS" - 2001. 275 pp.

7. Declarative utility model patent № 2844, Ukraine, INC 7 G01N33 / 12 / Kasyanchuk VV, Bogatko NM "Method of constructing calibration graph when determining the degree of freshness of beef by photometric method". Application 23.03.2004 Publ. 16.08.2004 Bull. №8.

8. Hartmann C. Mechanical stresses in cellular structures under high hydrostatic pressure / Hartmann C., Mathmann K., Delgado A. // Innovative Food Science and Emerging Technologies. – 2006. – Vol. 7, № 12. – P. 1–12.

9. Artyukh, T.M. Theoretical foundations of commodity science [electronic resource] textbook / T.M. Артюх, I.B. Grigorenko. - К .: НУХТ, 2014. - 263 с.

**Анотація.** Аналіз світових тенденцій у птахівництві свідчить про стійку закономірність збільшення виробництва та споживання індичатини. При існуючих рецептурах м'ясних продуктів все більше викликає зацікавлення у вивченні можливості використання нетрадиційних видів сировини і сировинних інгредієнтів, які здатні забезпечити високу якість готових продуктів. В останні два роки простежується стійка тенденція збільшення товарного виробництва м'яса індиків, що відбувається переважно за рахунок імпорту птиці зарубіжної селекції, яку у вигляді фінального гібриду завозять для відгодівлі на м'ясо, без можливості її подальшого розмноження. біологічна цінність продукту залежить, перш за все, від збалансованості амінокислотного складу білків і від ступеня їх перетравності. Тому можна підібрати такі варіанти комбінування колагенвмісної сировини з іншими видами сировини тваринного і рослинного походження, які доповнюють харчову цінність отриманого продукту і збільшують ступінь його перетравності.

**Ключові слова:** селекція, гібрид, м'ясо, індики, сировина, м'ясні продукти, білок



УДК 631.8:633.11

STUDY OF THE INFLUENCE OF FERTILIZERS ON YIELD AND  
QUALITY INDICATORS OF GRAIN WINTER WHEATДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБРІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ  
ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

Kudriawytzka A.N./Кудрявицька А.М.

с.а.с. ., as.prof./к.с.-г.н., доц.

SPIN: 7001-1956

Кузнєцова І.О./ Kuznetsova I.O

студентка

National university of life and environmental sciences of Ukraine

Kyiv, street of Heroes of defensive, 17,03041

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ, вул. Героїв оборони, 17,03041

**Анотація.** Тривале застосування мінеральних добрив на фоні післядії органічних, забезпечує приріст урожаю зерна районованого сорту озимої пшениці Миронівська 61 на 26,3 ц/га. Урожайність і якість зерна озимої пшениці підвищуються при внесенні полуторної норми мінеральних добрив на фоні післядії органічних, з відповідно високими показниками якості збору білку- 4,5 ц/га та збору «сирої» клейковини-9,4 ц/га.

**Ключові слова:** пшениця, урожайність, добрива, доза, білок, «сира» клейковина, сорт, ґрунт, сівозмінна.

Пшениця озима є однією з головних зернових культур, яка за валовим збором та високою якістю зерна забезпечує національну продовольчу безпеку України [1].

Питання про вплив умов вирощування, біологічних особливостей сортів, впливу різних доз мінеральних та органічних добрив, на врожай зерна озимої пшениці має теоретичне та практичне значення [1,2].

Наукове обґрунтування внесення добрив, застосування різних доз мінеральних та органічних добрив на врожай зерна озимої пшениці має теоретичне та практичне значення [2,3].

Об'єктом дослідження була озима пшениця сорту Миронівська 61, попередником якої є конюшина. Дослід має трьохкратну повторність. Площа облікової ділянки 100 м<sup>2</sup>, посівної 175 м<sup>2</sup>. Предметом дослідження є вміст макроелементів в рослинах пшениці, врожай та якість зерна районованого сорту пшениці озимої Миронівська 61.

Стаціонарний дослід має 12 варіантів. Робочими варіантами в зерно-буряковій сівозміні були наступні:

**Контроль**

Післядія гною - фон

Фон + P<sub>80</sub>Фон + P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>Фон + N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>Фон + N<sub>75</sub>P<sub>120</sub>K<sub>120</sub>N<sub>60</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>





В результаті досліджень на лучно-чорноземному грубопиловато-легкосуглинковому ґрунті встановлено, що тривале застосування мінеральних добрив на фоні післядії гною, сприяє підвищенню врожаю зерна озимої пшениці сорту Миронівська 61 на 11,4-26,3 ц/га (табл.1), при урожаї на контролі відповідно 32,7 ц/га.

**Таблиця 1 - Вплив добрив на врожайність зерна озимої пшениці**

| Варіант досліджу                                       | Врожайність,<br>ц/га | Приріст до контролю |      |
|--------------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------|
|                                                        |                      | ц/га                | %    |
| Без добрив (контроль)                                  | 32,7                 | -                   | 100  |
| Післядія 30 т/га гною (фон)                            | 4,1                  | 11,4                | 34,8 |
| Фон+P <sub>80</sub>                                    | 45,5                 | 12,8                | 39,1 |
| Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>                    | 46,2                 | 13,5                | 41,3 |
| Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>    | 54,9                 | 22,2                | 67,8 |
| Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> | 59,0                 | 26,3                | 80,4 |
| N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>        | 46,1                 | 13,4                | 40,9 |

Дослідженнями на лучно-чорноземному карбонатному грубопиловато-легкосуглинковому ґрунті встановлено, що систематичне застосування мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною в зерно-буряковій сівоzmіні обумовлює підвищення показників якості зерна озимої пшениці сорту Миронівська 61 (табл. 2).

**Таблиця 2 - Вплив добрив на показники якості зерна озимої пшениці**

| Варіант досліджу                                       | Білок,<br>% | Збір білка |                                 | «Сира»<br>клейковина,<br>% | Збір «сирої»<br>клейковини |                                 |
|--------------------------------------------------------|-------------|------------|---------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
|                                                        |             | ц/га       | приріст до<br>контролю,<br>ц/га |                            | ц/га                       | приріст до<br>контролю,<br>ц/га |
| Без добрив<br>(контроль)                               | 9,2         | 3,0        | -                               | 20,1                       | 6,6                        | -                               |
| Післядія 30 т/га<br>гною (фон)                         | 11,6        | 5,1        | 2,1                             | 21,2                       | 9,3                        | 2,7                             |
| Фон+P <sub>80</sub>                                    | 11,9        | 5,4        | 2,4                             | 21,5                       | 9,8                        | 3,2                             |
| Фон+P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>                    | 12,1        | 5,6        | 2,6                             | 21,1                       | 9,7                        | 3,1                             |
| Фон+N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>    | 12,4        | 6,8        | 3,8                             | 25,6                       | 14,0                       | 7,4                             |
| Фон+N <sub>110</sub> P <sub>120</sub> K <sub>120</sub> | 12,7        | 7,5        | 4,5                             | 27,2                       | 16,0                       | 9,4                             |
| N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>        | 12,1        | 5,6        | 2,6                             | 24,1                       | 11,1                       | 4,5                             |

*НІР<sub>05</sub>, %*

*0,64*

*1,25*

Аналіз даних свідчить про те, що найбільший вміст білку в зерні озимої пшениці сорту Миронівська 61 отримано у варіанті, де вносили полторну норму мінеральних добрив на фоні післядії 30т/га гною, який складав–12,7 %, з відповідним найвищим показником збору білку–7,5 ц/га, при вмісті у контролі–



9,2 %, і збором білку–3,0 ц/га.

Менший вміст білку відмічений у варіанті, з внесенням одинарної дози мінеральних добрив на фоні післядії гною – 12,4 %, збір білка становив відповідно – 6,8 ц/га .

Вміст «сирої» клейковини в зерні озимої пшениці сорту Миронівська 61 за внесення полуторної та одинарної дози мінеральних добрив на фоні післядії 30 т/га гною, складав відповідно –27,5, 25,6 %, порівняно з контролем–20,1 %. Збір «сирої» клейковини на таких варіантах становив відповідно–16,0 , 14,0 ц/га, з відповідним значенням у контролі – 6,6 ц/га.

### Висновки

1. Внесення мінеральних добрив на фоні післядії органічних підвищувало урожай зерна озимої пшениці до 26,3 ц/га, при урожаї на контролі 32,7 ц/га. Найвищі врожаї зерна озимої і пшениці отримали при внесенні полуторної норми мінеральних добрив на фоні післядії органічних, відповідно 59,0 ц/га.

2. Озима пшениця має чітко виражені закономірності в нагромадженні вмісту білку і клейковини. Мінеральні добрива внесені на фоні післядії органічних підвищували вміст білку в озимій пшениці на 2,4-4,5% і клейковини на 3,2-9,4 % при вмісті їх на контролі 9,2% і 20,1%.

### Література:

1. Агрохімічний аналіз: підр. для студ вищих навч. закл. / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін та ін.; – К.: Арістей. 2005. – 468с.
2. Антонова А.А. Відтворення родючості чорноземів. / Антонова А.А., Головінов А.А. // Агрохімічний вісник. - 2001. - №4. - С. 40–52.
3. Габібов М.А. Післядія мінеральних добрив при вирощуванні озимої пшениці / Габібов М.А. // Зернові культури. - 2001. - №1. - С. 11–19.

### References:

1. Agrohimichnij analiz: pidr. dlya stud vishchih navch. zakl. / M.M. Gorodnij, A.P. Lisoval, A.V. Bikin ta in.; – K.: Aristej. 2005. – 468s.
2. Antonova A.A. Vidtvorennya rodyuchosti chornozemiv. / Antonova A.A., Golovinov A.A. // Agrohimichnij visnik. - 2001. - №4. - S. 40–52.
3. Gabibov M.A. Pislyadiya mineral'nih dobriv pri viroshchuvanni ozimoї pshenici / Gabibov M.A. // Zernovi kul'turi. - 2001. - №1. - S. 11–19.

**Abstract.** On black carbonate soil it is set researches, that the protracted application of mineral fertilizers is on a background the afteraction of organic, the Миронівська furious provides the increase of harvest of grain of the districted sort of furious wheat on 1,73 t/he. The productivity and quality of grain of furious wheat rise at bringing of one-and-a-half norm of mineral fertilizers on a background the afteraction of organic, from accordingly by the high indexes of quality : of collection of albumen of 0,64 m/and and to collection of "raw" gluten of 1,36 t/he.

**Key words:** wheat, productivity, fertilizers, dose, albumen, "raw" gluten, sort, soil, crop rotation.

Стаття відправлена 13.12.2021 р.

© Кудрявицька А.М.



УДК 547.402; 547.481

**COMPATIBILITY OF COMBUSTION-BINDING COMPONENTS IN  
COMPOSITE SOLID ROCKET PROPELLANTS**  
**СОВМЕСТИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ГОРЮЧЕ-СВЯЗУЮЩЕГО В СМЕСЕВОМ  
ТВЕРДОМ РАКЕТНОМ ТОПЛИВЕ**

Nesterova E. Yu. / Нестерова Е.Ю.

с.с.с., ас.проф. / к.х.н., доц.

ORCID:0000-0003-0732-4000

Petlenko E.D. / Петленко Е.Д.

postgraduate / аспирант

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Gagarin Avenue, 72, 49010

Днепропетровский Национальный Университет им. О. Гончара, Днепр, пр. Гагарина, 72, 49010

**Аннотация.** Ферроцен и его производные известны как высокоэффективные регуляторы скорости горения смешанного твердого ракетного топлива (СТРТ). Основной проблемой использования ферроценсодержащих катализаторов является их миграционная способность и экссудация на поверхность топливного заряда в процессе длительного хранения. Решение этой проблемы возможно через повышение термодинамической совместимости жидких ферроценсодержащих катализаторов с олигомерными каучуками, выполняющими роль связующего в СТРТ. В статье рассмотрен расчетный метод предсказания совместимости ряда алкилферроценов с жидкими каучуками, используемыми в составе СТРТ. Результаты расчетов термодинамической совместимости компонентов могут быть использованы для корректировки и составления оптимальной рецептуры СТРТ.

**Ключевые слова:** ферроцен, производные, термодинамическая совместимость, каучук, катализатор.

**Вступление.**

В последнее время стремительно выросло число публикаций о применении ферроцена и его производных в различных сферах человеческой деятельности: в качестве добавок в моторное топливо [1,2], повышающих октановое число [3,4], компонента литиевых батарей [5], ферроценсодержащих олигомеров [6] и полимерных материалов [7-9], антипиренов [10] и перспективных лекарственных препаратов [11-13], катализаторов роста нанотрубок в научных исследованиях и промышленности [14-18]. Широкий спектр областей его использования обусловлен его физическими и химическими свойствами: высокой термической стабильностью, низкой токсичностью, хорошей растворимостью в органических растворителях и большим количеством химических превращений.

Ферроцен и его производные начали широко использоваться как высокоэффективные регуляторы скорости горения смешанных твердых ракетных топлив (СТРТ) [19] сравнительно недавно и оказались настолько эффективными, что практически полностью заменили оксиды металлов сменной валентности [20]. Однако их использование имеет некоторые недостатки. Так кристаллическая природа ферроцена снижает технологичность приготовления топливной смеси и приводит к неравномерному распределению компонентов, что вызывает нежелательное падение энергетических свойств СТРТ. Также из-за летучести ферроцена, свойственной ароматическим



системам, происходит его миграция на поверхность топливного заряда, что в свою очередь, вызывает ухудшение механических и баллистических характеристик.

Установлено, что высокая каталитическая эффективность жидких производных ферроцена достигается за счет равномерного распределения в горюче-связующем и уменьшения летучести, чему способствует увеличение их термодинамической совместимости с полимерным связующим, которое предотвращает их экссудацию на поверхность заряда и расслоение топливной массы.

Целью данного исследования является анализ миграционной способности жидких ферроценсодержащих катализаторов из топливной композиции на основе теоретических расчетов их термодинамической совместимости с другими компонентами СТРТ, а именно, жидкими олигомерными каучуками.

### Входные данные и методы

Термодинамическая совместимость низкомолекулярных веществ и полимеров различного химического строения оценивалась на основании количественных значений параметра растворимости  $\delta$  введенного Гильдебрандом [21]. Наилучшим растворителем для полимера является тот, параметр растворимости которого равен или близок параметру растворимости полимера, т.е. когда выполняется условие (1):

$$\delta_p \approx \delta_n \quad (1)$$

Если разность этих параметров меньше 2, то растворение полимера в растворителе будет происходить лишь в 50 % случаев.

Расчет параметра растворимости производился по формуле (2):

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_i \Delta E_i^*}{N_A \cdot \sum \Delta V_i}} \quad (2)$$

где:  $\sum \Delta E_i$  – суммарная энергия когезии жидкости или повторяющегося звена полимера;

$\sum \Delta V_i$  – Ван-дер-Ваальсовый объем жидкости или повторяющегося звена полимера [21].

Параметр растворимости низкомолекулярного растворителя также можно рассчитать через скрытую теплоту парообразования  $L_e$  по формуле (3):

$$\delta_p = \sqrt{\frac{L_e - RT}{V_{cm}}} \quad (3)$$

Скрытая теплота парообразования рассчитывалась по формуле (4):

$$L_e = 23.7 \cdot T_k + 0.02 \cdot T_k^2 - 2950 \quad (4)$$

где:  $T_k$  – температура кипения жидкости - растворителя, К [22].

При соблюдении условия (1) и разнице между параметрами растворимости растворителя ( $\delta_p$ ) и полимера ( $\delta_n$ ) не более 2, определяется критерий совместимости  $\mu$ , с помощью которого с более высокой точностью, равной 85 % случаев, можно предполагать совместимость полимера и растворителя.



Выполнение неравенства (5) для  $\mu$  свидетельствует о наличии совместимости:

$$\mu \leq 2\rho\Phi(\Phi - \sqrt{\Phi^2 - 1 + \alpha}) \quad (5)$$

где:  $\Phi$  – объемный параметр;

$\rho$  – константа, которая равно 0,681;

$\alpha$  – параметр поверхностного натяжения;

$\mu$  – отношение квадрата растворимости полимера к квадрату растворимости растворителя определяется по формуле (6):

$$\mu = \frac{\delta_p^2}{\delta_r^2}; \quad (6)$$

Таким образом согласно критерию  $\mu$ , растворимость будет наблюдаться в том случае, когда правая часть неравенства (5) будет больше левой части, причем обе части неравенства вычисляются на основании химического строения повторяющегося звена полимера и молекулы растворителя.

Объемный параметр  $\Phi$  рассчитывался по формуле (7):

$$\Phi = \frac{4(V_p V_n)^{1/3}}{(V_p^{1/3} + V_n^{1/3})^2} \quad (7)$$

где  $V_p$  и  $V_n$  – молярный объем растворителя и полимера соответственно.

Расчет параметра  $\alpha$  проводили в соответствии с [23]. На основании полученных данных можно значительно упростить задачу составления топливной композиции и сразу отбросить жидкие ферроценсодержащие катализаторы, с которыми каучуки горюче-связующего не будут совместимы.

В качестве горюче-связующих были выбраны пять каучуков, которые наиболее часто используются в составе СТРТ [24]: низкомолекулярный бутадиеновый каучук СКДН-Н, изопреновый низковязкий каучук СКИ-НЛ, эпоксидная смола ЭД-20, бутадиен-нитрильный низкомолекулярный каучук СКН-10-КТР и дивинильный карбоксилированный каучук СКД-1А. В таблице 1 представлены их расчетные параметры.

**Таблица 1 - Расчетные параметры каучуков**

| Вещество                    | $\sum_i \Delta E_i^*$ ,<br>Дж/моль | $\sum_i \Delta V_i^*$ ,<br>А <sup>3</sup> | $\delta_p$ ,<br>(Дж/см <sup>3</sup> ) <sup>0,5</sup> | $\gamma_p$ ,<br>дин/см <sup>3</sup> | $V_p$ ,<br>см <sup>3</sup> /моль |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Бутадиеновый каучук СКДН-Н* | 9054                               | 64,3                                      | 15,29                                                | 33,5                                | 56,869                           |
| Изопреновый каучук СКИ-НЛ*  | 10030                              | 81,5                                      | 14,294                                               | 29                                  | 72,081                           |
| Эпоксидная смола ЭД-20      | 57626,232                          | 277,9                                     | 18,555                                               | 49,713                              | 245,784                          |
| Каучук СКН-10-КТР           | 21407,26                           | 110,22                                    | 17,957                                               | 22,173                              | 97,482                           |
| Каучук СКД-1А               | 25511,94                           | 147,9                                     | 16,923                                               | 19,839                              | 130,808                          |

Параметры взяты из [24],

Параметры для эпоксидной смолы ЭД-20, каучуки СКН-10-КТР и СКД-1А – авторская разработка.

В качестве растворителей были выбраны жидкие ферроценсодержащие катализаторы скорости горения СТРТ, такие как: 1,1'-диэтилферроцен, этилферроцен, n-бутилферроцен, 1,1'-дибутилферроцен и третбутилферроцен [25]. В таблице 2 указаны их расчетные характеристики.



**Таблица 2 - Расчетные характеристики катализаторов\***

| Вещество          | $\sum_i \Delta V_i^*$ ,<br>А <sup>3</sup> | T <sub>кип.</sub> , К<br>при<br>760 мм.рт.ст | Le,<br>Дж/моль | $\delta_k$ ,<br>(Дж/см <sup>3</sup> ) <sup>0,5</sup> | $\gamma_k$ ,<br>дин/см <sup>3</sup> | V <sub>k</sub> ,<br>см <sup>3</sup> /моль |
|-------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|
| Диэтилферроцен    | 156,71                                    | 557                                          | 68851,402      | 18,020                                               | 30,264                              | 204,392                                   |
| Этилферроцен      | 134,233                                   | 537                                          | 65037,268      | 19,158                                               | 32,484                              | 170,453                                   |
| n-Бутилферроцен   | 159,375                                   | 510                                          | 59971,313      | 16,682                                               | 26,080                              | 206,604                                   |
| Дибутилферроцен   | 208,643                                   | 436                                          | 46764,120      | 13,024                                               | 17,391                              | 261,087                                   |
| Третбутилферроцен | 156,20                                    | 398                                          | 40289,368      | 13,699                                               | 17,469                              | 201,499                                   |

\*Авторская разработка

### Обсуждение и анализ результатов

С учетом характеристик указанных в таблице 2 рассчитаны параметры растворимости ряда катализаторов, на базе которых определена их термодинамическая совместимость с соответствующими жидкими каучуками.

В таблице 3 представлены результаты расчета совместимости ферроценсодержащих катализаторов с каучуками.

**Таблица 3 - Результаты расчета совместимости каучуков и катализаторов\***

| Полимер<br>Катализатор   | Бутадиеновый<br>каучук СКДН-Н |                      | Изопреновый<br>каучук СКИ-НЛ |                      | Эпоксидная<br>смола ЭД-20 |                      | Каучук СКН-10-<br>КТР |                      | Каучук СКД-1-а      |                      |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
|                          | δр-δп /<br>δп-δр              | Критерий<br>совмест. | δр-δп /<br>δп - δр           | Критерий<br>совмест. | δр-δп /<br>δп-δр          | Критерий<br>совмест. | δр- δп /<br>δп - δр   | Критерий<br>совмест. | δр- δп /<br>δп - δр | Критерий<br>совмест. |
| Диэтилферроцен<br>(ДФ-2) | 2,730                         | $0,719 \leq 1,129$   | 3,726                        | —                    | 0,534                     | $1,060 \geq 0,983$   | 0,063                 | $0,993 \leq 1,158$   | 1,097               | $0,882 \leq 1,106$   |
| Этилферроцен             | 3,867                         | —                    | 4,863                        | —                    | 0,603                     | $0,938 \leq 1,034$   | 1,200                 | $0,879 \leq 1,125$   | 2,235               | $0,780 \leq 1,071$   |
| n-Бутилферроцен          | 1,392                         | $0,840 \leq 1,020$   | 2,387                        | $0,734 \leq 1,179$   | 1,873                     | $1,237 \geq 0,848$   | 1,276                 | $1,159 \leq 1,247$   | 0,241               | $1,029 \leq 1,191$   |
| Дибутилферроцен          | 2,266                         | $1,378 \geq 0,630$   | 1,270                        | $1,205 \geq 0,813$   | 5,531                     | —                    | 4,933                 | —                    | 3,899               | —                    |
| Третбутилферроцен        | 1,591                         | $1,246 \geq 0,695$   | 0,596                        | $1,089 \geq 0,873$   | 4,856                     | —                    | 4,259                 | —                    | 3,225               | —                    |

\*Авторская разработка

Из данных таблицы 3 видно, что бутадиеновый каучук СКДН-Н с 85 % вероятностью будет растворим в n-бутилферроцене и с 50 % вероятностью - в третбутилферроцене. В случае 1,1' - диэтилферроцена, этилферроцена и 1,1' - дибутилферроцена сродства с данным каучуком не наблюдается, так как разница между параметрами растворимости полимера и выбранных катализаторов больше 2. Однако, для 1,1' - диэтилферроцена выполняется необходимое условие критерия совместимости, что может свидетельствовать о частичной растворимости компонентов, которую необходимо уточнить практическим путем.

Изопреновый каучук СКИ-НЛ, согласно расчетам (см. таблицу 3), совместим с 1,1' - дибутилферроценом и третбутилферроценом, однако значение  $\mu$  указывает на ограниченное растворение, которое в большей степени возможно для данного каучука и n-бутилферроцена.

Эпоксидная смола ЭД-20, согласно значению разницы параметров



растворимости, может растворяться во всех катализаторах за исключением 1,1'-дибутилферроцена и третбутилферроцена. Но, исходя из расчета критерия совместимости, можно предположить, что растворение с 85 % вероятностью происходит только в этилферроцене. Для каучуков СКН-10-КТР и, СКД-1А, по результатам расчета, полное растворение возможно в 1,1'-диэтилферроцене, этилферроцене и n-бутилферроцене.

### **Заключение и выводы.**

Рассмотренный метод оценки термодинамической совместимости компонентов на основании параметра их растворимости помогает значительно уточнить прогноз по миграционной способности жидких ферроценсодержащих катализаторов в составе смесового твердого ракетного топлива.

На основании проведенных расчетов 1,1'-диэтилферроцен, этилферроцен и n-бутилферроцен являются наиболее термодинамически совместимыми с бутадиеновым каучуком, эпоксидной смолой и функциональными каучуками СКН-10-КТР и СКД-1А, что должно снижать скорость миграции данных катализаторов из соответствующих топливных композиций.

### **Литература:**

1. Голоунин А.В. Топливные композиции с железосодержащими добавками [Текст] / А. В. Голоунин, О. В. Захарова // Химия и химическая технология. – 2012. – Т. 55. – №10. – С. 91–93.
2. M. Sarath Chandra. Effect of Ferrocene as a Fuel Additive on Four Stroke Diesel Engine Performance [Текст] / M. Sarath Chandra, Madhu S. // International Journal Of Modern Engineering Research. – 2016. – V. 3. – P. 30-34.
3. Afotey Benjamin. Impact Assessment of Metal-Based Octane Boosters: Literature Review [Текст] / Benjamin Afotey // International Journal of Energy Engineering. – 2018. – V.8 – №3. – P. 67-88.
4. Толмачева А.О. Химический экспресс-метод определения содержания октан-корректора – ферроцена в автомобильных бензинах [Текст] / А. О. Толмачева, А. В. Рухов // Международный школьный научный вестник. – 2018. – V.5. – №4. – С. 679-684.
5. Y. Mi. Ferrocene-promoted long-cycle lithium-sulfur batteries [Текст] / Y. Mi, W. Liu, K. R. Yang, J. Jiang, Q. Fan, Z. Weng, Y. Zhong, Z. Wu, G. W. Brudvig, V. S. Batista, H. Zhou, H. Wang // Angew. Chem. Int. – 2016. – V.55. – №47. – P. 14818-14822.
6. Hildebrandt A. Electron transfer studies on conjugated ferrocenyl-containing oligomers [Текст] / A. Hildebrandt, K. A. Khalyfeh, J. F. Nawroth, R. Jordan // Organometallics – 2016. – V.35 – №21. – P. 3713-3719.
7. X. He. Two-dimensional assemblies from crystallizable homopolymers with charged termini [Текст] / X. He, M. S. Hsiao, C. E. Boott, R. L. Harniman, A. Nazemi, X. Li, M. A. Winnik, I. Manners // Nat. Mater. – 2017. – V.16. – P. 481-489.
8. Alkan A. Amphiphilic ferrocene-containing PEG block copolymers as micellar nanocarriers and smart surfactants [Текст] / A. Alkan, S. Wald, B. Louage, B. G. De Geest, K. Landfester, F. R. Wurm // Langmuir – 2017. – V.33 – №1. – P. 272-279.



9. X. Liu. New ROMP synthesis of ferrocenyl dendronized polymers [Текст] / X. Liu, Q. Ling, L. Zhao, G. Qiu, Y. Wang, L. Song, Y. Zhang, J. Ruiz, D. Astruc, H. Gu // *Macromol. Rapid Commun* – 2017. – V.38. – №19.
10. Ушков В. А. Воспламеняемость и дымообразующая способность полимерных материалов, содержащих производные ферроцена [Текст] / В. А. Ушков, Д. И. Невзоров, А. В. Копытин, В. М. Лалаян // *Пожаровзрывоопасность веществ и материалов* – 2014. – Т. 23. – №7. – С. 27.
11. Аскарлов И.Р. Синтез новых соединений на основе амигдалина [Текст] / И. Р. Аскарлов, Ф. С. Абдугаппаров, М. М. Хожиматов // *Технические науки*. – 2019. – V.6. – №63.
12. Wanda I. Perez. Ferrocenes as potential chemotherapeutic drugs: Synthesis, cytotoxic activity, reactive oxygen species production and micronucleus assay [Текст] / Wanda I. Perez, Y. Soto, C. Ortiz, J. Matta, E. Melendez // *Bioorg Med Chem*. - 2015. – V. 23. – №3. – P. 471–479.
13. Ornelas C. Application of ferrocene and its derivatives in cancer research [Текст] / C. Ornelas // *New J. Chem*. – 2011. - № 35(10). - P. 1973-1985.
14. Khabusheva M. Eldar. Activation of catalyst particles for single-walled carbon nanotube synthesis [Текст] / Eldar M. Khabusheva, Julia V.Kolodiaznaiaa, Dmitry V.Krasnikova, Albert G.Nasibulinab. // *Chemical Engineering Journal* – 2020. – V. 413. – p. 127475
15. Domrachev G.A. The Role of Carbon and Metal in Self-Assembly of the Iron-Carbon System at Various Component Ratios [Текст] / G. A. Domrachev, A. I. Lazarev, B. S. Kaverin, A. N. Egorochkin, A. M. Ob'edkov, E. G. Domracheva, G. Vol. Markin, A. A. Sorokin, O. N. Suvorova, V. L. Karnatsevich, A. I. Kirillov, A. A. Zakurazhnov, L. G. Domracheva, N. E. Huipе // *Physics of the Solid State* – 2004. – V 46. – № 10. – P. 1969-1983.
16. Klimov E.S. Some Aspects of the Synthesis of Multiwalled Carbon Nanotubes by Chemical Vapor Deposition and Characteristics of the Material Obtained [Текст] / E. S. Klimov, M. V. Buzaeva, O. A. Davydova, I. A. Makarova, V. V. Svetukhin, D. V. Kozlov, E. S. Pchelintseva, N. A. Bunakov // *Russian journal of applied chemistry*. – 2014. – V 87, № 10. – P. 1109-1113.
17. Дьячкова Т.Ю. Фильтровальные материалы на основе многостенных углеродных нанотрубок для очистки жидкостей [Текст] / Т.Ю. Дьячкова, А.В. Исаев, И.А. Макарова и др. // *Вестник ЮУрГУ. Серия «Химия»*. - 2017. – Т. 9, № 3. – С. 511.
18. Шандаков С. Д. Влияние субмикронных частиц угольного концентрата на условия аэрозольного синтеза углеродных нанотрубок [Текст] / С. Д. Шандаков, М. С. Рыбаков, М. В. Ломакин, И. М. Чиркова, Д. В. Дягилев, А. В. Кособуцкий // *Известия Высших Учебных Заведений*. - 2018. – Т. 61, № 5 – С.174-176.
19. Пат 1259824 Великобритания, МКИ C06B27/00, C06B43/00, C06D5/10, C06B27/00, C06B43/00, C06D5/00. Rocket Fuels / Messerschmittbolkow-Blohm G.m.b.H. - №19681646310. Заявл. 20.01.1968; Оpubл. 12.01.1972.
20. Паушкин Я.М. Жидкие и твердые химические ракетные топлива [Текст] / Я.М.Паушкин // М.: Наука, 1978. - С.62-73.



21. Пат. 2276683 РФ, МКИ С10L1/18, С10L1/22. Добавка к бензину/ В.М. Капустин, Б.Х. Борзаев, С.В. Суханов (все РФ) и др.; Рессел Групп (РФ). – №2005101491/04. Заявл. 21.01.2005; Опубл. 20.05.2006 // Бюл. №14.

22. Hildebrand, I.H. The solubility of Nonelectrolites/ I.H. Hildebrand, R.L. Scott // Reinhold Publishing Corp. – 1950. – №4. - P. 136.

23. Лотменцев Ю. М. Синтетические эластомеры-компоненты энергетических материалов [Текст] / Ю. М. Лотменцев, Д. В. Плешаков. - Учебное пособие РХТУ им. Д.И.Менделеева. - 2007. – 108 с.

24. Аскадский А.А. Компьютерное материаловедение полимеров Т. 1. Атомно-молекулярный уровень [Текст] / А. А. Аскадский. - М.: Научный мир, 1999. – С. 326–346.

25. Несмеянов А.Н. Фероцен и родственные соединения. Избранные труды [Текст] / А. Н. Несмеянов. – М.: Наука, 1982. – 439 с.

### References.

1. Golounin, A. V., Zakharova, O. V. (2012). Fuel compositions with iron-containing additives. [Toplivnyye kompozitsii s zhelezosoderzhashchimi dobavkami]. *Khimiya i Khimicheskaya Tekhnologiya*. 55(10), 91–93.

2. Mr. M. Sarath Chandra. Mr. Madhu S. (2016) “Effect of Ferrocene as a Fuel Additive on Four Stroke Diesel Engine Performance”, *International Journal Of Modern Engineering Research* 3, pp. 30-34.

3. Afotey Benjamin. (2018) “Impact Assessment of Metal-Based Octane Boosters: Literature Review”, *International Journal Of Energy Engineering*. №8(3), pp. 67-88. <https://doi.org/10.5923/j.ijee.20180803.03>

4. Tolmacheva, A.O., Rukhov, A.V. (2018) “Chemical express method for determining the content of octane-corrector - ferrocene in motor gasolines”. [“Khimicheskiiy ekspress-metod opredeleniya sodержaniya oktan-korrektora – ferrotsena v avtomobilnykh benzinakh”]. *Mezhdunarodnyy shkoly nauchnyy vestnik*. 5(4), pp. 679-684.

5. Mi, Y., Liu, W., Yang, K. R., Jiang, J., Fan, Q., Weng, Z., Zhong, Y., Wu, Z., Brudvig, G. W., Batista, V. S., Zhou, H., Wang, H. (2016) Ferrocene-promoted long-cycle lithium-sulfur batteries, *Angew. Chem. Int.* 55(47), pp. 14818-14822. <https://doi.org/10.1002/anic.201609147>

6. Hildebrandt, A., Khalyfeh, K. A., Nawroth, J. F., Jordan, R. (2016) Electron transfer studies on conjugated ferrocenyl-containing oligomers, *Organometallics*, 35(21), pp. 3713-3719. <https://doi.org/10.1021/acs.organomet.6b00673>

7. He, X., Hsiao, M. S., Boott, C. E., Harniman, R. L., Nazemi, A., Li, X., Winnik, M. A., Manners, I. (2017) Two-dimensional assemblies from crystallizable homopolymers with charged termini, *Nat. Mater.* 16, pp. 481-489. <https://doi.org/10.1038/nmet4837>

8. Alkan, A., Wald, S., Louage, B., De Geest, B. G., Landfester, K., Wurm, F. R. (2017) Amphiphilic ferrocene-containing PEG block copolymers as micellar nanocarriers and smart surfactants, *Langmuir*, 33(1), pp. 272-279. <https://doi.org/10.1021/acs.langmuir.6b03917>

9. Liu, X., Ling, Q., Zhao, L., Qiu, G., Wang, Y., Song, L., Zhang, Y., Ruiz, J., Astruc, D., Gu, H. (2017) New ROMP synthesis of ferrocenyl dendronized polymers, *Macromol. Rapid Commun*, 38(19). <https://doi.org/10.1002/marc.201700448>

10. Ushkov, V.A., Nevzorov, D.I., Kopytin, A.V., Lalayan, V.M. (2014) “Flammability and smoke generating ability of polymeric materials containing ferrocene derivatives” [“Vosplamenyayemost i dymobrazuyushchaya sposobnost polimernykh materialov. sodержashchikh proizvodnyye ferrotsena”]. *Pozharovzryvoopasnost veshchestv i materialov*, 23(7), p. 27.

11. Askarov, I.R., Abdugapparov, F.S., Khozhimatov, M.M. (2019). “Synthesis of new compounds based on amygdalin” [“Sintez novykh soyedineniy na osnove amigdalina”].





**Tekhnicheskiiye nauki.** 6(63).

12. Wanda I. Perez, Soto, Y., Ortiz, C., Matta, J., Melendez, E. (2015) Ferrocenes as potential chemotherapeutic drugs: Synthesis, cytotoxic activity, reactive oxygen species production and micronucleus assay, **Bioorg Med Chem.** 23(3). pp. 471–479. <https://doi.org/10.1016/j.bms.2014.12.023>
13. Ornelas C. (2011) Application of ferrocene and its derivatives in cancer research, **New J. Chem.** 35(10), pp. 1973-1985. <https://doi.org/10.1039/C1NJ201726>
14. Khabusheva, E.M., Kolodiazhaiaa, J.V., Krasnikova, D.V., Nasibulinab, A.G. (2020) Activation of catalyst particles for single-walled carbon nanotube synthesis, **Chemical Engineering Journal**, 413, p. 127475. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.127475>
15. Domrachev, G.A., Lazarev, A.I., Kaverin, B.S., Egorochkin, A.N., Ob'edkov, A.M., Domracheva, E.G., Markin, G.vol., Sorokin, A.A., Suvorova, O.N., Karnatsevich, V.L., Kirillov, A.I., Zakurazhnov, A.A., Domracheva, L.G., Huipe Nava E. (2004) The Role of Carbon and Metal in Self-Assembly of the Iron-Carbon System at Various Component Ratios, **Physics of the Solid State.** 46(10), pp. 1969-1983. <https://doi.org/10.1134/1.1809440>
16. Klimov, E.S., Buzaeva, M.V., Davydova, O.A. Makarova, I. A., Svetukhin, V.V., Kozlov, D.V., Pchelintseva, E.S., Bunakov, N.A. (2014) Some Aspects of the Synthesis of Multiwalled Carbon Nanotubes by Chemical Vapor Deposition and Characteristics of the Material Obtained. **Russian journal of applied chemistry.** 87(10), pp. 1109-1113. <https://doi.org/10.1134/S1070427214080163>
17. Dyachkova, T.Yu., Isaev, A.V., Makarova, I.A. (2017) “Filtration materials based on multi-wall carbon nanotubes for liquid purification” [“Fil'troval'nye materialy na osnove mnogostennykh uglerodnykh nanotrubok dlia ochistki zhidkostei”]. **Bulletin of the South Ural State University. Series "Chemistry"**, 9(3), p. 511.
18. Shandakov, S.D., Rybakov, M.S., Lomakin, M.V., Chirkova, I.M., Diaghilev, D.V., Kosobutsky A.V. (2018) “Influence of submicron particles of coal concentrate on the conditions of aerosol synthesis of carbon nanotubes” [“Vliianie submikronnykh chastits ugol'nogo kontsentrata na usloviia aerol'nogo sinteza uglerodnykh nanotrubok”]. **Proceedings of Higher Educational Institutions**, 61(5), pp. 174-176.
19. Messerschmittbolkow-Blohm G.m.b.H. Rocket Fuels. Patent UK no. 19681646310 (1972).
20. Paushkin Ya.M. (1978) “Liquid and solid chemical rocket fuels” [“Zhidkiye i tverdyye khimicheskiye raketnyye topliva”]. **The science, Moscow**, pp. 62-73.
21. Kapustin, V.M., Borzayev, B.Kh., Sukhanov, S.V. Gasoline additive [“Dobavka k benzinu”]. Patent Russian Federation no. 2005101491/04 (2006).
22. Hildebrand, I.H. (1950) The solubility of Nonelectrolites, **Reinhold Publishing Corp**, 4. p. 136. <https://doi.org/10.1021/j150487a027>
23. Lotmentsev, Yu.M., Pleshakov D.V. (2007). “Synthetic elastomers-components of energetic materials” [“Sinteticheskiye elastomery-komponenty energeticheskikh materialov”]. **Uchebnoye posobiye RKhTU im. D.I.Mendeleyeva**, p. 108.
24. Askadskiy, A.A. (1999). “Computer materials science of polymers Vol. 1. Atomic-molecular level” [“Kompyuternoye materialovedeniye polimerov T. 1. Atomno-molekulyarnyy uroven”]. **Scientific world, Moscow**, pp. 326-346.
25. Nesmeyanov, A.N. (1982) “Ferocene and related compounds. Selected Works” [“Ferotsen i rodstvennyye soyedineniya. Izbrannyye trudy”]. **The science, Moscow**, p. 439.

**Abstract.** It is well known that ferrocene and its derivatives are highly effective regulators of burning of the composite solid rocket propellants (SRP). The main problem of using ferrocene-containing catalysts is their migration ability and exudation to the surface of the fuel charge during long-term storage. The solution to this problem is possible through an increase in the thermodynamic compatibility of liquid ferrocene-containing catalysts with oligomeric rubbers acting as a binder in SRP. The article considers a computation method for predicting the compatibility of a number of alkyl ferrocenes with liquid rubbers used in the composition of the





*SRP. The results of calculations of the thermodynamic compatibility of the components can be used to correct and compose the optimal formulation of SRP.*

**Key words:** *ferrocene, derivatives, thermodynamic compatibility, rubber, catalyst.*

Статья отправлена: 30.11.2021 г.

© Петленко Е.Д.



УДК 616.61-089.873-089.811

**STATE OF KIDNEYS BY MODELING CONDITIONS OF DIFFERENT TYPES OF THEIR ISCHEMIA****СТАН НИРОК ЗА УМОВ МОДЕЛЮВАННЯ РІЗНОГО ТИПУ ЇХ ІШЕМІЇ****Honcharuk O.O. / Гончарук О.О.***Postgraduate student, department of Surgery №1  
Dnipro State Medical University***Molchanov R.M. / Молчанов Р.М.***Doctor of Medical Sciences, Professor, department of Surgery №1  
ORCID:0000-0002-9589-8364***Kosharniy V.V. / Кошарний В. В.***Doctor of Medical Sciences, Professor,  
ORCID:0000-0002-7815-3950**department of Human anatomy, clinical anatomy and operative surgery,  
Dnipro State Medical University***Abdul - Ogly L.V. / Абдул – Огли Л. В.***Doctor of Medical Sciences, Professor,  
ORCID:0000-0002-6942-2397**department of Human anatomy, clinical anatomy and operative surgery  
Dnipro State Medical University***Rodynsky R.O. / Родинський Р.О.***KZO "Scientific Medical Lyceum" Dnipro "DOR"*

**Анотація.** Однією з необхідних умов успішності як відкритої, так і лапароскопічної резекції нирки є тимчасове припинення перфузії крові судинним руслом цього органу. Однак під час знекровлення та подальшого відновлення кровопостачання нирки створюються умови для активації ішемічних та реперфузійних механізмів пошкодження збереженої ренальної тканини, реалізація яких може призвести до порушень структури та/або функцій нефронів. Тому вивчення стану нирок за умов різного типу ішемії є актуальним. Метою дослідження було дослідити зміни ниркового кровотоку при різних ступенях односторонньої ішемії. Нами проведена серія експериментів на 30 білих полово зрілих безпородних щурах. Щури були поділені на чотири групи: група контролю - хибна операція, і три експериментальні групи - перша група щури яким накладався судинний затискач на всю судинну ніжку (вена, артерія) після відходження надниркової артерії, друга група затискач накладався на артерію після відходження надниркової артерії, третя група щурів яким затискач накладався на сегментарну артерію. Щури виводились з експерименту через 30 хвилин. Безпосередньо під час операції ми спостерігали за станом нирок візуально. Так при накладанні затискача на судинну ніжку, нирка була темного кольору, напружена. При накладанні затискача на артерію колір нирки був сірий, тургор понижений, через декілька хвилин нирка була холодною на дотик. При накладанні затискача на сегментарну артерію колір нирки був неоднорідний, сірий з полюсу на який накладався затискач, та бурого з іншого полюсу, була чітко виражена демаркаційна лінія. Таким чином обрані нами методи дозволили достовірно змодельовати різні ступені ішемії нирки. Що було підтверджено візуально та з використанням новітніх методів візуалізації ICG технології.

**Ключові слова:** Нирки, ішемія, ICG технології.

**Вступ.**

В даний час основним способом лікування локалізованого нирково-клітинного раку є оперативне втручання, до найефективніших варіантів якого відносяться радикальна нефректомія та органозберігаючі операції. Основна



мета, крім позбавлення хворого пухлини, і головний принцип органозберігаючих операцій при лікуванні нирково-клітинного раку полягають у заощадженні максимально більшого обсягу здатної до функціонування ренальної паренхіми, що різко відрізняє органозберігаючі операції від радикальної нефректомії.

Хронічні хвороби нирок після радикальної нефректомії зустрічаються значно частіше, ніж після органозберігаючого втручання.

Однією з необхідних умов успішності як відкритої, так і лапароскопічної резекції нирки є тимчасове припинення перфузії крові судинним руслом цього органу. За рахунок теплової ішемії нирки, яка виникає після зупинки кровотоку, підвищується якість візуальної оцінки меж пухлинного розростання, полегшуються доступ до порожнинної системи та ушивання паренхіми в області ложа резектованої пухлини, мінімізується втрата крові та забезпечується висока ефективність гемостазу. Однак під час знекровлення та подальшого відновлення кровопостачання нирки створюються умови для активації ішемічних та реперфузійних механізмів пошкодження збереженої ренальної тканини, реалізація яких може призвести до порушень структури та/або функцій нефронів. Виразність цих розладів залежить від тривалості теплової ішемії нирки [1].

Доведено, що порушення кровообігу нирки веде до значних змін мікроциркуляції, тканинного дихання, утворення склеротичних процесів в паренхімі. Зміни стосуються також і функції протилежної нирки. Але термін виникнення в ній компенсаторно-пристосовних змін та динаміка їх перебігу під час різних видів порушення кровопостачання однієї з нирок на сьогодні недостатньо з'ясовані [2].

Використання флуоресцентного контролю при оперативних втручаннях (FGS) дозволяє візуалізувати структури, які в іншому випадку не видно неозброєним оком. Використовуючи індоціанін зелений (ICG), і, висвітлюючи тканину ближнім інфрачервоним світлом, збуджений ICG може бути виявляється камерою з оптичним фільтром [3,4,5].

Тому вивчення стану нирок за умов різного типу ішемії є актуальним

**Мета дослідження.** Дослідити зміни ниркового кровотоку при різних ступенях односторонньої ішемії.

**Матеріали і методи дослідження.**

Нами проведена серія експериментів на 30 білих полово зрілих безпородних щурах, створювали теплову ішемію правої нирки. Щури були поділені на чотири групи: група контролю - хибна операція, і три експериментальні групи - перша група щури яким накладався судинний затискач типу Бульдог на всю судинну ніжку (вена, артерія) після відходження надниркової артерії, друга група затискач, типу Бульдог, накладався на артерію після відходження надниркової артерії, третя група щурів яким затискач накладався на сегментарну артерію. Щури виводились з експерименту через 30 хвилин. Проводився візуальний контроль а також з використанням ICG камери.

Дослідження, відповідають етичним вимогам, відповідно наказу МОЗ України № 231, від 01.11.2005 року. Під час роботи з експериментальними

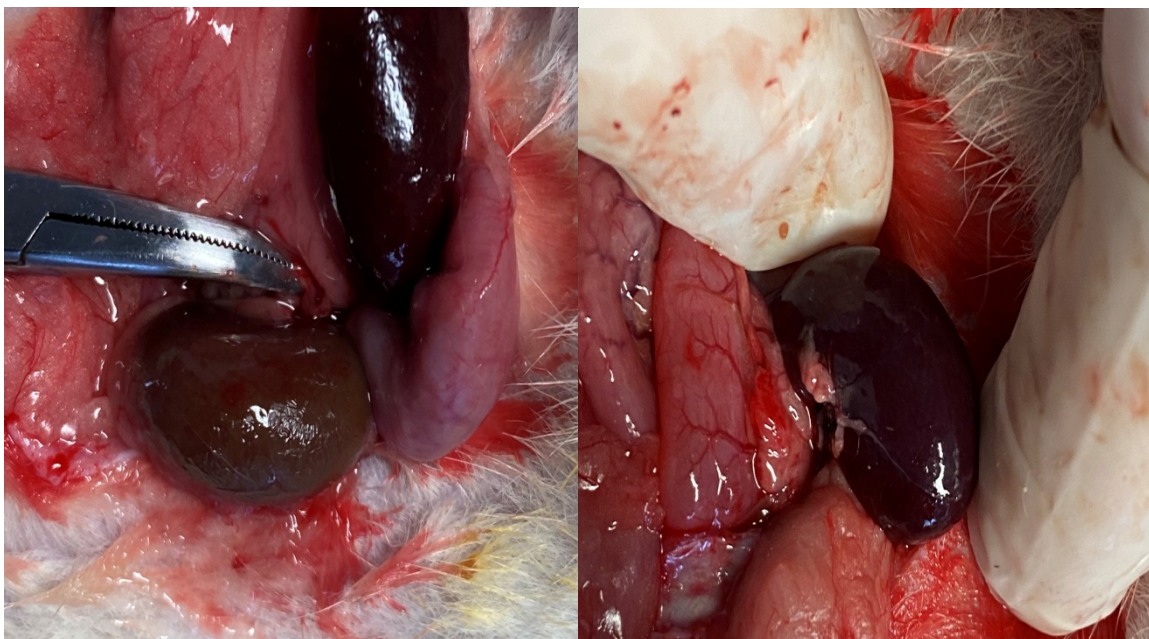


тваринами дотримувалися принципів Гельсінської декларації, прийнятою Генеральною асамблеєю Всесвітньої медичної асоціації (1964 - 2000 р.), Конвенцією Ради Європи про права людини та біомедицину (1997 р.), відповідно положенням ВООЗ, Міжнародної ради медичних, наукових товариств, Міжнародної ради медичних, наукових товариств, Міжнародного кодексу медичної етики (1983 р.) та законам України, «Загальним етичним принципам експериментів над тваринами», які затверджені I Національним конгресом по біоетике (Київ, 2001р.) згідно з положенням «Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших наукових цілях» (Страсбург, 1987). Всі оперативні втручання, експериментальні дослідження та вихід з експерименту тварин здійснювали за умов адекватного знеболення, не завдаючи страждань останнім.

### **Результати дослідження.**

Нами вивчались стан нирок при моделюванні ішемічного ушкодження та адекватність обраних моделей, для подальшого вивчення мікроциркуляторного русла паренхіми нирок. Використовуючи індоціанін зелений (ICG), ми вивчали кровоток нирки, швидкості розподілення речовини в тканинах, або його відсутність при моделюванні різних типів ішемії.

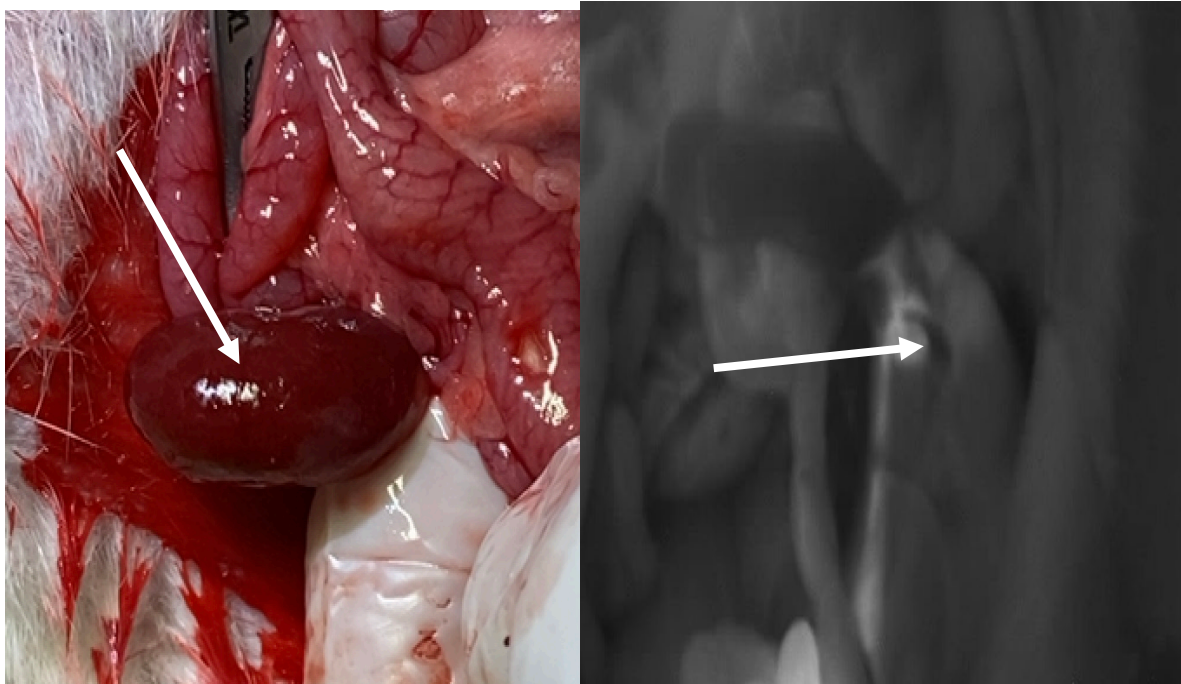
Безпосередньо під час операції ми спостерігали за станом нирок візуально. Так при накладанні затискача на судинну ніжку, нирка була темного кольору, напружена. При накладанні затискача на артерію колір нирки був сірий, тургор понижений, через декілька хвилин нирка була холодною на дотик (Рис. 1).



**Рис 1.** Стан нирки при моделюванні ішемії нирки **А** – Світлий колір нирки, накладання затискача на артерію, **Б** – Темний колір нирки, накладання затискача на артерію.

При накладанні затискача на сегментарну артерію колір нирки був неоднорідний, сірий з полюсу на який накладался затискач, та бурого з іншого полюсу, була чітко виражена демаркаційна лінія (Рис. 2).





**Рис 2. Стан нирки при моделюванні ішемії нирки, накладення затискача на сегментарну артерію А Частина нирки світла, частина темна, видна демаркаційна лінія. Б Етапи введення контрастної речовини при накладанні затискача на сегментарну артерію - ICG**

### **Висновки**

Обрані нами методи дозволили достовірно змодельовати різні ступені ішемії нирки. Що було підтверджено візуально та з використанням новітніх методів візуалізації ICG технології.

**Перспективи подальшого вивчення.** Нами буде досліджено морфофункціональний стан нирок в ранні строки, та після реперфузії через 7 та 30 діб. З використанням морфологічних, та імуногістологічних методів дослідження

### **Література**

1. Попов С. В. Тепловая ишемия почки /, Р. Г. Гусейнов, О. Н. Скрыбин, К. В. Сивак. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. — 272 с.
2. Стусь В.П., Бараннік К.С., Зміни мікроциркуляторного русла паренхіми нирок щурів внаслідок експериментальної стійкої односторонньої їх ішемії // Медичний форум № 11 (11) / 2017 р. 103-105
3. Кошарний В.В., Пілін ЄВ., Молчанов Р.М., Абдул-Огли Л.В., Дем'яненко І.А. Використання діагностичних речовин для вивчення регіонарного кровообігу в нормі та при патології. Вісник проблем біології і медицини. 2019. Випуск 3(152) 260-263
4. Пілін Є.В., Молчанов Р.М., Кошарний В.В., Абдул-Огли Л.В. Вивчення лімфатичного відтоку від органів малого тазу. Norwegian journal of development of the international science №54 2021 р. 45-48.
5. Пілін ЄВ., Молчанов Р.М., Кошарний В.В., Абдул-Огли Л.В., Губаренко О.В. Інтраопераційна візуалізація сторожових лімфовузлів при запальних





процесах з використанням ICG-камери. Вісник проблем біології і медицини. 2021. Випуск 1(159) 177-180

**Abstract.** *One of the necessary conditions for the success of both open and laparoscopic kidney resection is the temporary cessation of blood perfusion through the vascular bed of this organ. However, during bleeding and subsequent restoration of renal blood supply, conditions are created for the activation of ischemic and reperfusion mechanisms of damage to preserved renal tissue, the implementation of which can lead to disruption of the structure and / or function of the nephrons. Therefore, the study of the condition of the kidneys in different types of ischemia is relevant. The aim of the study was to investigate changes in renal blood flow at different degrees of unilateral ischemia. We conducted a series of experiments on 30 white sexually mature outbred rats. Rats were divided into four groups: control group - false operation, and three experimental groups - the first group of rats which was superimposed vascular clamp on the entire vascular leg (vein, artery) after discharge of the adrenal artery, the second group of clamp was applied to the artery after adrenal artery discharge, the third group of rats which clamp was superimposed on a segmental artery. Rats were removed from the experiment after 30 minutes. Immediately during the operation, we observed the condition of the kidneys visually. So when applying the clamp to the vascular leg, the kidney was dark in color, tense. When the clamp was placed on the artery, the color of the kidney was gray, turgor was reduced, after a few minutes the kidney was cold to the touch. line. Thus, our chosen methods allowed us to reliably model different degrees of renal ischemia. Which was confirmed visually and using the latest methods of visualization ICG technology.*

**Key words:** Kidneys, ischemia, ICG technologies.



УДК 616-007.61:618.14:615.357:577.171.6:612.63.03

# THE STATE OF RECEPTIVE STATUS OF SEX HORMONES IN THE ENDOMETRIUM BEFORE AND AFTER PROGESTIN TREATMENT OF ENDOMETRIAL HYPERPLASIA WITHOUT ATYPIA IN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE

СТАН РЕЦЕПТИВНОГО СТАТУСУ СТАТЕВИХ ГОРМОНІВ В ЕНДОМЕТРІЇ ДО ТА ПІСЛЯ ЛІКУВАННЯ ПРОГЕСТІНАМИ ГІПЕРПЛАЗІЇ ЕНДОМЕТРІЯ БЕЗ АТИПІЇ У ЖІНОК РЕПРОДУКТИВНОГО ВІКУ

Khaskhachykh D.A./ Хасхачих Д.А.

c.med.s., as.prof. / к.мед.н., доц.

ORCID: 0000-0001-5097-6667

Potapov V.O. / Потапов В. О.

d.med.s., prof. / д.мед.н., проф.

ORCID: 0000-0001-7498-7416

Kukina G.A./ Кукіна Г.А.

PhD Applicant / Здобувач ступеня доктор філософії

ORCID: 0000-0002-0745-0632

**Abstract.** In order to improve the diagnosis and effectiveness of pathogenetic treatment with progestins of endometrial hyperplasia without atypia, a prospective study was conducted in 60 patients of reproductive age with abnormal maternal bleeding, in which endometrial hyperplasia without atypia was diagnosed as a result of histological examination of the endometrial tissue. All patients received treatment with micronized progesterone at a dose of 400 mg / day in continuous mode for 6 months. To determine the effect of using progestin, it was conducted by examining the expression of receptors for estrogen and progesterone in the histological units of the endometrium by the immunohistochemical method. In all women, there was a significant expression of ER in endometrial cells, which caused its proliferative activation against the background of reduced expression of receptors to progesterone by 65%, which caused the lack of effect of therapy in 25% of women.

**Key words:** endometrial hyperplasia without atypia, immunohistochemistry, progesterone receptors, hormone therapy, progesterone resistance.

## Introduction

The urgency of studying the hyperplastic processes of the endometrium is due to the steady increase in the frequency of this pathology. Based on research data, in developed countries more than 200 thousand new cases are registered annually and in total is 8.7 - 30.6% in the structure of gynecological pathology, accompanied by a high risk of malignant transformation in the absence of treatment [1,2,3]. Among patients with benign endometrial diseases, there are women of all ages, but mostly of reproductive age, which determines the social significance of the problem [4,5,6].

Despite the introduction of developed diagnostic and therapeutic methods, there is a steady increase in morbidity, a high recurrence rate of 2.5 - 64.7%, even against the background of pathogenetically determined hormonal therapy of endometrial hyperplasia (EH) [7,8].

Despite the introduction of developed diagnostic and therapeutic methods, there is a steady increase in morbidity, a high recurrence rate 2.5 - 64.7%, even against the background of pathogenetically determined hormonal therapy of endometrial hyperplasia [9,10,11,12].



Clinicians often face the problem of ineffectiveness of traditional therapy. There is a proportion of hormonally resistant forms of endometrial hyperplasia, which causes recurrence of this disease and are indications for surgical treatment [13,14,15]. The above necessitates the development of new or improvement of existing approaches to diagnostic and treatment criteria for this disease, taking into account current data on etiopathogenetic mechanisms of its occurrence, new technologies of morpho- and immunohistochemical studies of markers of proliferative activity and apoptosis of cells in hyperplasia [16,17,18]. The above necessitates the development of new or improvement of existing approaches to diagnostic and treatment criteria for this disease, taking into account current data on etiopathogenetic mechanisms of its occurrence, the latest technologies of morpho- and immunohistochemical studies of cell markers in hyperplasia of endometrial tissue [19,20].

### **The purpose of the work.**

To identify the effect of progesterone receptor expression on the effectiveness of treatment of endometrial hyperplasia without atypia in women of reproductive age.

### **Materials and methods.**

A prospective study was performed in 60 patients of reproductive age (35-46 years) with abnormal uterine bleeding (AUB). Histological examination of 45 patients diagnosed with edema hyperplasia without atypia. The control group consisted of 15 women who, according to the results of the study, found a transformation of the endometrium corresponding to the phase of the menstrual cycle. Immunohistochemical study of estrogen and progesterone receptor expression in histological blocks of the endometrium was performed. Sets of reagents and monoclonal antibodies of cellular markers from LabVision, DAKO were used for the study. All patients received treatment with micronized progesterone at a dose of 200 mg / day continuously for 6 months. followed by histological examination of the endometrium by scraping the uterine cavity in the late secretory phase and repeated immunohistochemical examination of the expression of receptors for estrogen and progesterone.

### **Results of the research.**

Significant expression of ER in endometrial cells was observed in all women, which determined its proliferative activity against the background of reduced expression of progesterone receptors.

According to a study of women with no effect from therapy, in contrast to women with effective therapy, there was a decrease in receptor expression to PR by 65% (Tab 1).

As a result of the treatment, a decrease in the ratio of endometrial glands to the stroma, a decrease in the number of glandular epithelium was found.

In most cases, the expression of ER and PR in the glandular epithelium correlated with the expression of receptors in stroma cells. High content of RE and RP in both glandular epithelium and stroma and in 40.4% of patients with GE.

The level of expression of ER and PR in HE in the epithelium of the glands was probably higher than in the normal endometrium ( $p < 0,05$ ). The highest rates of RE and RP were in areas with pronounced epithelial multilayered. The values of the immunohistochemical index, reflecting the content of ER in HE was  $5.1 \pm 0.3$  - for



the epithelium of the glands, while in the group "GE" this figure was 32.2% higher, and in the control group - 2.9 times above. For stroma cells in GE, the value of the RE index was  $3.3 \pm 0.6$ , which was 2.4 times lower than the group "GE", and 20.1 times less than the control group ( $p < 0.05$ ). The values of the immunoreactivity index in the group of HE to RP in HE were  $89.9 \pm 7.6$  for the glandular epithelium (3.5 times more than the control group) and  $123.4 \pm 9.2$  for the stromal component (25.1% less than the values control group) ( $p < 0.05$ ). no significant difference from the group "GE" in the value of the index of immunoreactivity to RP in complex non atypical endometrial hyperplasia (CNEH) was not detected ( $p > 0.05$ ). As a result of treatment based on the results of morphological examination of endometrial scrapings in 22 women (48.9%) rHE resection of hyperplasia of the endometrium occurred and histological normalization of the ratio of stromal and epithelial component was observed. Simple atypical endometrial hyperplasia (PNGE) was re-diagnosed in 27 women (37.8%). Complex non atypical endometrial hyperplasia was diagnosed in 18 (13.3%) women, ie progression of the disease was observed. Thus, the effectiveness of the prescribed progestins according to the results of therapy for 6 months. amounted to about 75%.

**Table 1 - Study of estrogen and progesterone receptor expression in women of reproductive age with HE without atypia ( $M \pm m$ )**

| Receptor expression, IRS, % |        | Before treatment (n=45) |                   | After treatment (n=45) |                  | Control group, n=15 |
|-----------------------------|--------|-------------------------|-------------------|------------------------|------------------|---------------------|
|                             |        | SNAEH, n=27             | CNAEH, n=16       | SNAEH, n=27            | CNAEH, n=16      |                     |
| E<br>R                      | glands | $4,0 \pm 0,4^1$         | $5,1 \pm 0,3^1$   | $6,1 \pm 0,7^1$        | $7,7 \pm 0,7^1$  | $15,2 \pm 1,2$      |
|                             | stroma | $3,6 \pm 0,7^1$         | $3,3 \pm 0,6^1$   | $5,1 \pm 0,9^{13}$     | $8,2 \pm 0,4^1$  | $60,8 \pm 1,6$      |
| PR                          | glands | $75,6 \pm 6,4^1$        | $89,9 \pm 7,6^1$  | $73,6 \pm 5,4^1$       | $91,1 \pm 6,7^1$ | $25,2 \pm 1,3$      |
|                             | stroma | $120,4 \pm 11,5^1$      | $123,4 \pm 9,2^1$ | $115,6 \pm 8,5^1$      | $119,7 \pm 8,2$  | $155,3 \pm 16,5$    |

Note: 1 - the value is probable ( $p < 0.05$ ) in comparison with the control group;

### Conclusions.

Based on the data obtained, it can be argued that endometrial hyperplasia requires an interdisciplinary approach to treatment by both gynecologists and morphologists to study the receptor profile and proliferative potential of uterine hyperplastic processes and the choice of further treatment tactics. Thus, the treatment of endometrial hyperplasia without atypia with progesterone drugs is ineffective with low expression of progesterone receptors in endometrial cells. Therefore, when deciding on the appointment of drugs for the treatment of atypical endometrial hyperplasia, it is recommended to study the expression of receptors in endometrial cells. Immunohistochemical study can decide on the prediction of the pharmacological effect of therapy, choice of treatment, as well as reduce the waiting time for response to progesterone therapy, reduce the incidence of recurrent hyperplasia, improve long-term treatment outcomes, improve patients' quality of life.



### **Prospects for further development.**

The above studies confirm the need to develop new modern approaches to the diagnosis and treatment of endometrial hyperplasia without atypia, taking into account the etiopathogenetic mechanisms of this disease. Using the latest technologies of immunohistochemical and morphohistochemical technologies to study cell markers in hyperplasia of the endometrium, regression of hyperplasia of the endometrium and histological normalization of the ratio of stromal and epithelial component in women with reduced expression of progesterone receptors.

### **References**

1. Gromova, O.L., Potapov, V.O., Khaskhachykh, D.A., Finkova, O.P., Gaponova, O.V., Kukina, G.O., & Penner, K.V. (2021). Epigenetic profile of endometrial proliferation in the different morphotypes of endometrial hyperplasia. *Reprod. Endocrinol.*, 57, 68-78. DOI: <https://doi.org/10.18370/2309-4117.2021.57.68-78>.
2. Gromova, O.L., Potapov, V.O., Khaskhachykh, D.A., Gaponova, O., & Kukina G.O. (2021). Retseptornyi status endometriiu pry hiperplastychnykh protsesakh u zhinok premenopauzalnoho viku [Receptors of endometrium in premenopausal women with different morphotypes of endometrial hyperplasia]. *Neonatolohiia, khirurhiia ta perynatalna medytsyna – Neonatology, Surgery and Perinatal Medicine*, 11, 1 (39), 33-38. DOI: 10.24061/2413-4260.XI.1.39.2021.5.
3. Laas, E., Ballester, M., Cortez, A., Gonin, J., Canlorbe, G., Daraï, E., & Graesslin, O. (2014). Supervised clustering of immunohistochemical markers to distinguish atypical and non-atypical endometrial hyperplasia. *Gynecol. Endocrinol.*, 31 (4), 282-285. DOI: 10.3109/09513590.2014.989981.
4. Khaskhachykh, D.A., Potapov, V.O., & Kukina, H.O. (2019). Dyferentsiyovanyi pidkhid do likuvannia hiperplazii endometriiu bez atypii u zhinok reproduktyvnogo viku [Differentiated approach to treatment of endometrial hyperplasia without atypia in women of reproductive age]. *Aktualni pytannia pediatrii, akusherstva ta hinekolohii – Actual Problems of Pediatrics, Obstetrics and Gynecology*, 2, 149-155. DOI: <https://doi.org/10.11603/24116-4944.2019.2.10935> [in Ukrainian].
5. Gromova, O.L., Potapov, V.O., Khaskhachykh, D.A., Haponova, O., & Kukina, G. (2020). Analiz prychyn neefektyvnosti hormonoterapii hiperplazii endometriia bez atypii u zhinok v premenopauzi [Analysis of the causes of unsuccessful hormonal treatment of non-atypical endometrial hyperplasia in premenopausal women]. *Visnyk Vinnytskoho natsionalnoho medychnoho universytetu – Reports of Vinnytsia National Medical University*, 24 (4), 604-610. DOI: 10.31393/reports-vnmedical-2020-24(4)-08
6. Saito, S., Ito, K., Nagase, S., Suzuki, T., Akahira, J., Okamura, K., ..., & Sasano, H. (2006). Progesterone receptor isoforms as a prognostic marker in human endometrial carcinoma. *Cancer, Sci.*, 97 (12), 1308-1314. DOI: 10.1111/j.1349-7006.2006.00332.x.
7. Sanderson, P.A., Critchley, H.O., Williams, A.R., Arends, M.J., & Saunders, P.T. (2017). New concepts for an old problem: the diagnosis of endometrial





hyperplasia. *Hum. Reprod. Update*, 23 (2), 232-254. DOI: 10.1093/humupd/dmw042.

8. Zaporozhan, V., Tatarchuk, T., Dubinina, V., & Kosey, N. (2012). Sovremennaya diagnostika i lecheniye giperplasticheskikh protsessov endometriya [Modern diagnosis and treatment of endometrial hyperplastic processes]. *Reprod. Endocrinol.*, 1 (3), 5-12 [in Russian].

9. Fan, R., Wang, Y., Wang, Y., Wei, L., & Zheng, W. (2017). Mechanism of progesterin resistance in endometrial precancer/cancer through Nrf2-survivin pathway. *Am. J. Transl. Res.*, 9 (3), 1483-1491.

10. Steinbakk, A., Gudlaugsson, E., Aasprong, O.G., Skaland, I., Malpica, A., Feng, W., ..., & Baak, J.P. (2011b). Molecular biomarkers in endometrial hyperplasias predict cancer progression. *Am. J. Obstet. Gynecol.*, 204 (4), 357.e1-e12. DOI: 10.1016/j.ajog.2010.12.007.

11. Sletten, E.T., Arnes, M., Lyså, L.M., Larsen, M., & Ørbo, A. (2019). Significance of progesterone receptors (PR-A and PR-B) expression as predictors for relapse after successful therapy of endometrial hyperplasia: a retrospective cohort study. *BJOG*, 126 (7), 936-943. DOI: 10.1111/1471-0528.15579.

12. Travaglino, A., Raffone, A., Saccone, G., D'Alessandro, P., Arduino, B., de Placido, G., ..., & Zullo, F. (2019). Significant risk of occult cancer in complex non-atypical endometrial hyperplasia. *Arch. Gynecol. Obstet.*, 300 (5), 1147-1154. DOI: 10.1007/s00404-019-05299-2.

13. Ordi, J., Bergeron, C., Hardisson, D., McCluggage, W.G., Hollema, H., Felix, A., ..., & Nogales, F.F. (2014). Reproducibility of current classifications of endometrial endometrioid glandular proliferations: further evidence supporting a simplified classification. *Histopathology*, 64 (2), 284-292. DOI: 10.1111/his.12249.

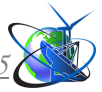
14. Ozdegirmenci, O., Kayikcioglu, F., Bozkurt, U., Akgul, M.A., & Haberal, A. (2011). Comparison of the efficacy of three progestins in the treatment of simple endometrial hyperplasia without atypia. *Gynecol. Obstet. Invest.*, 72 (1), 10-14. DOI: 10.1159/000321390.

15. Raffone, A., Travaglino, A., Saccone, G., Insabato, L., Mollo, A., De Placido, G., & Zullo, F. (2019). Endometrial hyperplasia and progression to cancer: which classification system stratifies the risk better? A systematic review and meta-analysis. *Arch. Gynecol. Obstet.*, 299 (5), 1233-1242. DOI: 10.1007/s00404-019-05103-1.

16. Al-Sabbagh, M., Lam, E.W., & Brosens, J.J. (2012). Mechanisms of endometrial progesterone resistance. *Mol. Cell. Endocrinol.*, 358 (2), 208-215. DOI: 10.1016/j.mce.2011.10.035.

17. Auclair, M.H., Yong, P.J., Salvador, S., Thurston, J., Colgan, T.T.J., & Sebastianelli, A. (2020). Guideline No. 390-Classification and management of endometrial hyperplasia. *J. Obstet. Gynaecol. Can.*, 42 (10), 1289-1800. DOI: 10.1016/j.jogc.2019.03.025.

18. Tatarchuk, T., Kovalenko, E., & Filonenko, T. (2011). Ekspressiya retseptorov steroidnykh gormonov i urovni estrogena i progesterona v zhidkosti matki u zhenshchin s giperplaziyey endometriya [Expression of steroid hormone receptors and levels of estrogen and progesterone in the uterine fluid in women with endometrial hyperplasia]. *Zhenskoye zdorovye – Women Health*, 6 (62), 105-109 [in



Russian].

19. Khaskhachikh, D.A., Potapov, V.O., Kukina, G.O., Gaponova, E.A., Penner, K.V., Reznichenko, V.V., & Nechaiev, V.V (2018). Znachennia ekspresii retseptoriv prohesterona (PR-A i PR-B) yak predyktoriv retsydyvu hiperplazii endometrii pislia terapii z vykorystanniam prohestyniv [The value of the expression of progesterone receptors (PR-A and PR-B) as predictors of recurrence of endometrial hyperplasia after therapy with progestins]. *Zbirnyk naukovykh prats Asotsiatsii akusheriv-hinekologiv Ukrainy – Scientific Digest of Association of Obstetricians and Gynaecologists of Ukraine*, 2, 203-207 [in Ukrainian].

20. Khariyet, E.R., & Gatter, K.S. (1999). *Immunotsitokhimiya: elektronnaya mikroskopiya. Molekulyarnaya klinicheskaya diagnostika. Metody [Immunocytochemistry: electron microscopy. Molecular clinical diagnostics. Methods]*. Transl. from Engl. Kherrington, Dzh. Makgi, S. Ed. Moscow: Mir. 558 p. [in Russian].

З метою покращення ефективності лікування гіперплазії ендометрія без атипії у жінок репродуктивного віку з застосуванням прогестинів, як патогенетично зумовленої терапії, повинно носити персоналізований (таргетний) характер з урахуванням рецепторної чутливості тканини ендометрія до впливу прогестинів. Позитивні ефекти від застосування прогестинів здебільшою обумовлені експресією прогестеронових рецепторів в тканині ендометрія, яку потрібно враховувати при проведенні гормональної терапії. Проведено проспективне дослідження у 60 пацієнток репродуктивного віку з аномальними маточними кровотечами, у яких за результатами гістологічного дослідження тканини ендометрія була діагностована гіперплазія ендометрія без атипії. Всі пацієнтки отримували лікування мікронізованим прогестероном в дозі 400 мг/добу в безперервному режимі на протязі 6 міс. Для визначення ефекту від використання прогестинів проводилося дослідження експресії рецепторів до естрогенів (ЕР) та прогестерону (ПР) в гістологічних блоках ендометрію імуногістохімічним методом. У всіх жінок спостерігалася значна експресія ЕР в клітинах ендометрію, що обумовлювало його проліферативну активність на тлі зниження експресії рецепторів до прогестерону на 65%, що обумовлювало відсутність ефекту від терапії у 25% жінок.

**Ключові слова:** гіперплазія ендометрію без атипії, імуногістохімія, рецептори прогестерону, прогестеронна терапія, резистентність до прогестерону.

**Scientific adviser:**

*doctor of medical sciences, prof. Potapov VO*



УДК : 616.314.17+616.12–005.4

# CLINICAL RATIONALE FOR THE TREATMENT OF CHRONIC CATARRHAL GINGIVITIS IN CHILDREN

## КЛІНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЛІКУВАННЯ ХРОНІЧНОГО КАТАРАЛЬНОГО ГІНГІВІТУ У ДІТЕЙ

Duda K.M. / Дуда К.М.

с.т.с, as. prof. / к.м.н., доцент

Lebid O.I / Лебидь О.І.

с.т.с, as. prof. / к.м.н., доцент

Ternopil National Medical University by I. Gorbachevsky Ministry of Health of Ukraine

Ternopil, Chehova 7, 46000

**Анотація:** Метою даної роботи було вивчення ефективності первинної профілактики та лікування хронічного катарального гінгівіту у дітей та підлітків на підставі урахування загальних чинників, які впливають на їх розвиток.

Для вирішення поставленої цілі нами було проведено обстеження та лікування 68 дітей віком 12-13 років, хворих на хронічний катаральний гінгівіт (42 хлопці та 26 дівчат) на базі кафедри стоматології навчально-наукового інституту післядипломної освіти Тернопільського медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України.

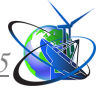
В результаті досліджень встановлено, що стан тканин пародонту значно покращився в пацієнтів, яким у комплексній терапії хронічного катарального гінгівіту додатково було призначено пробіотик «OralBiotic».

**Ключові слова:** гінгівіт, діти, пародонт.

### Вступ.

Однією з причин високої стоматологічної захворюваності є несвоєчасне звернення за допомогою та необізнаність населення щодо профілактики стоматологічних захворювань [1, 8]. Варто зазначити, що основним з факторів, який призводить до виникнення запальних захворювань тканин пародонта, вважають бактеріальну мікрофлору, яка приймає участь у формуванні бактеріальної біляшки [4, 2]. Проблема захворювань тканин пародонтального комплексу залишається в центрі уваги практичної медицини. За даними ВООЗ, розповсюдження стоматологічних захворювань коливається у межах від 75 до 95% серед дитячого населення та сягає майже 100 % у дорослого [5, 7]. Тому цілком обґрунтованим є пошук нових методів лікування хронічного катарального гінгівіту, спрямованих на дану ланку патологічного процесу [9, 10]. Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених лікуванню хронічної форми катарального гінгівіту, проблеми ефективного лікування даної патології на даний момент повністю не вирішені [1, 3]. Аналітичний огляд літератури свідчить про те, що найважливішими патогенетичними ознаками захворювань тканин пародонту є порушення мікроциркуляції крові, тканинного обміну, окислювально-відновлювальних процесів, тканинного обміну, які приводять до порушень процесів регенерації, розвитку запально-дистрофічних і деструктивних процесів [6].

**Метою роботи:** було вивчення ефективності первинної профілактики та лікування хронічного катарального гінгівіту у дітей та підлітків на підставі урахування загальних чинників, які впливають на їх розвиток.



### **Матеріали і методи дослідження:**

Для об'єктивної оцінки стану тканин пародонта використовували індексну оцінку [7]. Визначали гігієнічний індекс ОНІ-S Green-Vermillion (ІГ); пробу Шиллера-Писарева, папілярно-маргінальноальвеолярний індекс (РМА), індекс кровоточивості (Sulcus Bleeding Index – SBI) за Н.Р. Muhleman, А.С. Mazor та рентгенологічні методи застосовували для оцінки стану кістки альвеолярного відростка верхньої та нижньої щелеп, диференціальної діагностики хронічного катарального гінгівіту та пародонтиту.

Для вирішення поставленої цілі нами було проведено обстеження та лікування 68 дітей віком 12-13 років, хворих на хронічний катаральний гінгівіт (42 хлопці та 26 дівчат) на базі кафедри стоматології навчально-наукового інституту післядипломної освіти Тернопільського медичного університету імені І.Я. Горбачевського МОЗ України. Пацієнтів було розділено на 2 групи, які отримували стандартну базову терапію, яка включала лікування карієсу та його ускладнень, професійну гігієну порожнини рота, усунення травматичної оклюзії, виявлення та усунення місцевих травмуючих факторів.

В першу групу увійшло 30 дітей (17 хлопців та 13 дівчат), яким проводили традиційне лікування хронічного катарального гінгівіту, що включало професійну гігієну ротової порожнини, полоскання ротової порожнини розчином хлоргексидину біглюканату 0,05 % та навчання гігієни порожнини рота. До другої групи увійшло 38 дітей, серед яких 18 хлопчиків та 20 дівчат, яким було проведено професійну гігієну ротової порожнини, полоскання розчином хлоргексидину біглюканату 0,05 %, навчання гігієни порожнини рота та призначено пробіотики «OralBiotic». Ефективність даного лікування визначали на підставі динаміки клінічних показників до та після завершення курсу лікування.

Препарат «OralBiotic» містить в собі природний пробіотик *Streptococcus salivarius* Blis K12, який при регулярному прийомі колонізується в ротовій порожнині та підтримує природні механізми захисту ротової порожнини. Також клінічно доведено, що Blis K12 стимулює загальний гуморальний та місцевий імунітет в порожнинах рота та носа.

Статистичну обробку даних виконали методами варіаційної статистики з використанням критерію Стюдента.

**Результати дослідження:** Оцінка стану тканин ясен проводилася за такими критеріями: зникнення неприємних суб'єктивних відчуттів, відсутність кровоточивості ясен, йод-негативна реакція проби Шиллера-Писарева, нормалізація або стабільність індексів РМА і ІГ.

При огляді дітей першої групи на 14-й день після проведеного лікування після проведеного лікування позитивний результат був у 22 дітей (73 %), тоді як у 8-ми учнів (27 %) були наявні незначні запальні явища в тканинах пародонта. У другій групі в 33 дітей (87 %) була повна ліквідація запального процесу та в 7 (13 %) спостерігали поліпшення стану тканин пародонта.

У динаміці проведеного лікування ХКГ середні показники пародонтальних індексів у дітей першої та другої груп суттєво відрізнялися, що представлено у таблиці 1.



Таблиця 1

| Група хворих                  | OHI-S Green-Vermillion, бали | PMA, %     | пробу Шиллера-Писарева | SBI       |
|-------------------------------|------------------------------|------------|------------------------|-----------|
| Перша до лікування<br>n=30    | 2,61±0,52                    | 41,75±2,21 | Різка позитивна        | 2,48±0,52 |
| Друга до лікування<br>n=38    | 2,64±0,68                    | 40,03±2,01 | Різка позитивна        | 2,51±0,71 |
| Перша після лікування<br>n=30 | 0,74±0,06                    | 15,27±1,09 | негативна              | 0,74±0,1  |
| Друга після лікування<br>n=38 | 0,42±0,04                    | 8,23±0,63  | негативна              | 0,42±0,4  |

### Висновок:

Проаналізувавши динаміку отриманих клінічних показників, можна дійти висновку, що стан тканин пародонту значно покращився в пацієнтів, яким у комплексній терапії хронічного катарального гінгівіту додатково було призначено пробіотик «OralBiotic».

### Література:

1. Грудянов А. І. Оцінка ефективності місцевого застосування препарату «Метрогіл-дента» при запальних ураженнях пародонту / А.І. Грудянов, Н.А. Дмитрієва, В.В. Овчинникова // Пародонтологія. - 2012. - № 3 (24). - С. 51-59.
2. Дмитрієва Л. А. Сучасні представлення або мікрофлори в патогенезі захворювання пародонту / Л. А. Дмитрієва, А. Г. Крайнова // Пародонтологія. - 2009. - № 1. - С. 8-15.
3. Кузнецов В.Є. Мікробна флора порожнини рота і її роль в розвитку патологічних процесів. Терапевтическая стоматология: учеб. пособие / В.Є. Кузнецов, В.Н. Саєв; стручок червоний. Дмитрієвої Л.А. - М.: МЕДпресс-інформ, 2013. - С. 178-212.
4. Мамаєва Є.В. Пародонтологічний статус і функціональний стан організму у підлітків: автореф. дис. д-ра мед. наук: 14.01.22 / Олена Володимирівна Мамаєва. – М., 2011. – 36 с.
5. Карєв В.Н. Особливості впливу хлоргексидин-содержащих препаратів на стан мікробіоценозу рота у хворих пародонтитом / В.Н. Карєв, В.І. Чувілкін, Н. А. Мегрелішвілі // Пародонтологія. - 2010. - № 2 (27). - С. 10-16.
6. Соловйова О.В. Призначення гелі «Метрогіл Дента» в комплексному лікуванні запальних захворювань пародонту / О.В. Соловйова, Ш.А. Шимшелашвілі // Пародонтологія. - 2012. - № 4 (29). - С. 63-64.
7. Халіт П.А. Необхідність оцінки пародонтального статусу при комплексному лікуванні хворих із захворюваннями пародонта / П.А. Халіт, О.П. Ібрагімов// Стоматолог-юг. - 2011. - № 43. - С. 26-27.
8. Чепов Л. М. Заболівання пародонта: погляд на проблему / Л. М. Цепов. – М.: МЕДпресс-інформ, 2016. – 192 с.
9. Gingival crevice microbiota from Chinese patients with gingivitis or necrotizing ulcerative gingivitis / R. Gmur, C. Wyss, Y Xue [et al.] // Eur. J. Oral. Sci. - 2014. - Vol. 112, № 1. - P 33-41.





10. Listgarten M.A. The role of dental plaque uin gingivitis and periodontitis / M.A. Listgarten // J. Clin. Periodontol. - 2015. - Vol. 15, № 8. - P 485-487.

#### References:

1. Grudyanov A.I. Ocenka effektivnosti lokal'nogo primeneniya preparata «Metrogil-denta» pri vospalitel'nyh porazheniyah parodonta / A.I. Grudyanov, N.A. Dmitrieva, V.V. Ovchinnikova / Parodontologiya. - 2012. - № 3 (24). - S. 51-59.
2. Dmitrieva L.A. Sovremennye predstavleniya o roli mikroflory v patogeneze zabolevanij parodonta / L.A. Dmitrieva, A.G. Krajnova // Parodontologiya. - 2009. - № 1. - S. 8-15.
3. Kuznecov V.E. Mikrobnaya flora polosti rta i ee rol' v razvitii patologicheskikh processov. Terapevticheskaya stomatologiya: ucheb. posobie / V.E. Kuznecov, V.N. Carev; pod red. L.A. Dmitrievoy. - M.: MEDpress-inform, 2013. - S. 178-212.
4. Mamaeva E.V. Parodontologicheskij status i funkcional'noe sostoyanie organizma u podrostkov: avtoref. dis. d-ra med. nauk: 14.01.22 / Elena Vladimirovna Mamaeva. - M., 2011. - 36 s.
5. Osobennosti vliyaniya hlorgeksidin-soderzhashchih preparatov na sostoyanie mikrobiocenoza polosti rta u bol'nyh parodontitom / V.N. Carev, V.I. Chuvilkin, N.A. Megrelishvili // Parodontologiya. - 2010. - № 2 (27). - S. 10-16.
6. Solov'eva O.V. Primenenie gelya «Metrogil Denta» v kompleksnom lechenii vospalitel'nyh zabolevanij parodonta / O.V. Solov'eva, Sh.A. Shimshelashvili // Parodontologiya. - 2012. - № 4 (29). - S. 63-64.
7. Halit PA. Neobhodimost' ochenki parodontal'nogo statusa pri kompleksnom lechenii bol'nyh s zabolevaniyami parodonta / PA. Halit, O.P Ibragimov // Dental-Yug. - 2011. - № 43. - S. 26-27.
8. Cepov L.M. Zabolevaniya parodonta: vzglyad na problemu / L.M. Cepov. - M.: MEDpress-inform, 2016. - 192 s.
9. Gingival crevice microbiota from Chinese patients with gingivitis or necrotizing ulcerative gingivitis / R. Gmur, C. Wyss, Y Xue [et al.] // Eur. J. Oral. Sci. - 2014. - Vol. 112, № 1. - P 33-41.
10. Listgarten M.A. The role of dental plaque uin gingivitis and periodontitis / M.A. Listgarten // J. Clin. Periodontol. - 2015. - Vol. 15, № 8. - P 485-487.

**Abstract:** The aim of this work was to study the effectiveness of primary prevention and treatment of children with catarrhal gingivitis in adolescents and adolescents based on common factors that affect their development. To solve this goal we conducted treatment and treatment of 8 children aged 1-13 years, a doctor for this catarrh gingivitis (42 boys and 26 girls) on the basis of the Department of Dentistry of the Institute of Postgraduate Education Ternopil National Medical University by I.Ya. Horbachevskiy Ministry of Health of Ukraine. The results of the research showed that the condition of the periodontal tissue has significantly improved in the way that the probiotic "OralBiotic" was additionally prescribed in the complex therapy of catarrhal gingivitis.

**Key words:** gingivitis, children, periodontium.

**Expert-Peer Review Board of the journal**

Abdulveleeva Rauza Rashitovna, Orenburg State University, Russia  
Antoshkina Elizaveta Grigorevna, South Ural State University, Russia  
Artyuhina Marina Vladimirovna, Slavic State Pedagogical University, Ukraine  
Afinskaya Zoya Nikolaevna, Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Russia  
Bashlaj Sergej Viktorovich, Ukrainian Academy of Banking, Ukraine  
Belous Tatyana Mihajlovna, Bukovinian State Medical Academy, Ukraine  
Bondarenko Yuliya Sergeevna, PSU named after T.G. Shevcheko Department of Psychology, Ukraine  
Butyrskij Aleksandr Gennadevich, Medical Academy named after S.I. Georgievsky, Russia  
Vasilishin Vitalij Yaroslavovich, Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ukraine  
Vojtechovskij Vladimir Ivanovich, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Ukraine  
Gavrilova Irina Viktorovna, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia  
Ginis Larisa Aleksandrovna, South Federal University, Russia  
Gutova Svetlana Georgievna, Nizhnevartovsk State University, Russia  
Ivanova Svetlana Yurevna, Kemerovo State University, Russia  
Ivlev Anton Vasilevich, Magnitogorsk State Technical University named after G.I. Nosov, Russia  
Idrisova Zemfira Nazipovna, Ufa State Aviation Technical University, Russia  
Iliev Veselin, Bulgaria  
Kirillova Tatyana Klimentevna, Irkutsk State Transport University, Russia  
Kovalenko Tatyana Antolevna, Volga State University of Telecommunications and Informatics, Russia  
Kotova Svetlana Sergeevna, Russian State Vocational Pedagogical University, Russia  
Krestyanpol Lyubov Yurevna, Lutsk State Technical University, Ukraine  
Kuhtenko Galina Pavlovna, National University of Pharmacy of Ukraine, Ukraine  
Lobacheva Olga Leonidovna, Mining University, Russia  
Lyashenko Dmitrij Alekseevich, National Transport University, Ukraine  
Makarenko Andrej Viktorovich, Donbass State Pedagogical University, Ukraine  
Melnikov Aleksandr Yurevich, Donbass State Engineering Academy, Ukraine  
Moroz Lyudmila Ivanovna, "National University" "Lviv Polytechnic" "", Ukraine  
Muzylyov Dmitrij Aleksandrovich, Kharkov National Technical University of Agriculture named after Petr Vasilenko, Ukraine  
Nadopta Tatyana Anatolievna, Khmelnytsky National University, Ukraine  
Napalkov Sergej Vasilevich, Nizhny Novgorod State University named after N.I. Lobachevsky, Russia  
Nikulina Evgeniya Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia  
Orlova Anna Viktorovna, Belgorod State National Research University, Russia  
Osipov Viktor Avenirovich, Tyumen State University, Russia  
Privalov Evgenij Evgrafovich, Stavropol State Agrarian University, Russia  
Pyzhyanova Nataliya Vladimirovna, Ukraine  
Segin Lyubomir Vasilovich, Slavic State Pedagogical University, Ukraine  
Sergienko Aleksandr Alekseevich, Lviv National Medical University named after Daniil of Galitsky, Ukraine  
Sochinskaya-Sibirceva Irina Nikolaevna, Kirovograd State Technical University, Ukraine  
Sysoeva Vera Aleksandrovna, Belarusian National Technical University, Belarus  
Tleuov Ashat Halilovich, Kazakh Agro Technical University, Kazakhstan  
Tolbatov Volodimir Aronovich, Sumy State University, Ukraine  
Tolbatov Sergij Volodimirovich, Sumy National Agrarian University, Ukraine  
Hodzhaeva Gyulnaz Kazym kyzy, Russia  
Chigirinskij Yulij Lvovich, Volgograd State Technical University, Russia  
Shehmirzova Andzhela Muharbievna, Adygea State University, Russia  
Shpinkovskij Aleksandr Anatolevich, Odessa National Polytechnic University, Ukraine



## CONTENTS

### Innovations in agriculture, biology

#### Инновации в сельском хозяйстве, биологии

- <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-003> 6  
BEHAVIORAL REACTIONS OF BODIES UNDER ATTACHED  
DETENTION IN A MODULAR-GROUP CAGE  
*Varpikhovskyi R. L.*
- <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-004> 19  
EVALUATION OF LIQUID WASTE FERMENTATION PRODUCTS  
OF ANIMAL ENTERPRISES UNDER ANAEROBIC CONDITIONS  
*ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ПРОДУКТІВ ФЕРМЕНТАЦІЇ РІДКИХ ВІДХОДІВ  
ТВАРИННИЦЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА АНАЕРОБНИХ УМОВ*  
*Iaremchuk O.S. / Яремчук О.С.*
- <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-012> 39  
DYNAMICS OF LIVE AND WOOL PRODUCTIVITY OF YOUNG  
SHEEP FOR FEEDING AQUACULTURE ADDITIVES  
*ДИНАМІКА ЖИВОЇ ТА ВОВНОВА ПРОДУКТИВНІСТЬ МОЛОДНЯКУ  
ОВЕЦЬ ЗА ЗГОДОВУВАННЯ ДОБАВКИ ІЗ АКВАКУЛЬТУРИ*  
*Prylipko T.M. / Приліпко Т.М., Dulkay Y. I. / Дулкай Є.І.*
- <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-017> 44  
ASSESSMENT OF THE RECREATIONAL POTENTIAL OF  
THE FOREST PARK OF YOSHKAR-OLA "PINE GROVE".  
*ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛЕСОПАРКА  
Г.ЙОШКАР-ОЛА "СОСНОВАЯ РОЩА".*  
*Zakamskii V.A. / Закамский В.А., Smolentseva T.V./Смоленцева Т.В.*
- <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-018> 50  
FEATURES OF THE ACCUMULATION OF NITROGEN-CONTAINING  
ANIONS IN FRUIT VEGETABLES OF THE PASLENOVIE FAMILY  
*ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ АНИОНОВ В  
ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ СЕМЕЙСТВА ПАСЛЕНОВЫЕ*  
*Khadanovich A. V. / Хаданович А.В., Zaytseva A.D. / Зайцева А.Д.*
- <http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-032> 54  
FEATURES OF DENSITY FORMATION OF HEMP CROPS  
DEPENDING ON SEEDING RATES INFLUENCE  
*ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГУСТОТИ ПОСІВІВ КОНОПЕЛЬ  
ПОСІВНИХ ЗАЛЕЖНО ВІД ВПЛИВУ НОРМ ВИСІВУ НАСІННЯ*  
*Suchek V.M. / Сучек В.М.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-043>

61

## RATIONALE FOR THE CHOICE OF TURKEY MEAT FOR THE PRODUCTION OF MEAT PRODUCTS

*ОБґРУНТУВАННЯ ВИБОРУ М'ЯСА ІНДИКІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ М'ЯСНИХ ПРОДУКТІВ*

*Prylipko T.M. / Приліпко Т.М., Gandziuk T.O. / Гандзюк Т.О.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-064>

65

## STUDY OF THE INFLUENCE OF FERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY INDICATORS OF GRAIN WINTER WHEAT

*ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ*

*Kudriawytzka A.N./Кудрявицька А.М., Кузнєцова І.О./ Kuznetsova I.O.*

## **Innovations in medicine, pharmaceuticals, chemistry, veterinary medicine**

***Инновации в медицине, фармацевтике, химии, ветеринарии***

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-016>

68

## COMPATIBILITY OF COMBUSTION-BINDING COMPONENTS IN COMPOSITE SOLID ROCKET PROPELLANTS

*СОВМЕСТИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ГОРЮЧЕ-СВЯЗУЮЩЕГО В СМЕСЕВОМ ТВЕРДОМ РАКЕТНОМ ТОПЛИВЕ*

*Nesterova E. Yu. / Нестерова Е.Ю, Petlenko E.D. / Петленко Е.Д.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-026>

77

## STATE OF KIDNEYS BY MODELING CONDITIONS OF DIFFERENT TYPES OF THEIR ISCHEMIA

*СТАН НИРОК ЗА УМОВ МОДЕЛЮВАННЯ РІЗНОГО ТИПУ ЇХ ІШЕМІЇ*

*Honcharuk O.O. / Гончарук О.О. , Molchanov R.M. / Молчанов Р.М.*

*Kosharniy V.V. / Кошарний В. В., Abdul - Ogly L.V. / Абдул – Огли Л. В.*

*Rodynsky R.O. / Родинський Р.О.*

<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-067>

82

## THE STATE OF RECEPTIVE STATUS OF SEX HORMONES IN THE ENDOMETRIUM BEFORE AND AFTER PROGESTIN TREATMENT OF ENDOMETRIAL HYPERPLASIA WITHOUT ATYPIA IN WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE

*СТАН РЕЦЕПТИВНОГО СТАТУСУ СТАТЕВИХ ГОРМОНІВ В ЕНДОМЕТРІЇ ДО ТА ПІСЛЯ ЛІКУВАННЯ ПРОГЕСТІНАМИ ГІПЕРПЛАЗІЇ ЕНДОМЕТРІЯ БЕЗ АТИПІЇ У ЖІНОК РЕПРОДУКТИВНОГО ВІКУ*

*Khaskhachykh D.A./ Хасхачих Д.А., Potapov V.O. / Потанов В. О.*

*Kukina G.A./ Кукіна Г.А.*



<http://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit18-05-069>

88

CLINICAL RATIONALE FOR THE TREATMENT OF  
CHRONIC CATARRHAL GINGIVITIS IN CHILDREN

*КЛІНІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЛІКУВАННЯ ХРОНІЧНОГО  
КАТАРАЛЬНОГО ГІНГІВІТУ У ДІТЕЙ*





*International periodic scientific journal*

# MODERN ENGINEERING AND INNOVATIVE TECHNOLOGIES

Heutiges Ingenieurwesen und  
innovative Technologien

Indexed in  
INDEX COPERNICUS  
high impact factor (ICV: 95.33)

**Issue №18**  
**Part 5**  
December 2021

Development of the original layout - Sergeieva&Co  
Articles published in the author's edition

Signed: December 30, 2021

Sergeieva&Co  
Lußstr. 13  
76227 Karlsruhe  
e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)  
site: [www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)



With the support of International research  
project SWorld  
[www.sworld.education](http://www.sworld.education)





**[www.moderntechno.de](http://www.moderntechno.de)**

e-mail: [editor@moderntechno.de](mailto:editor@moderntechno.de)