

DOI: 10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1575

EDN: IXGJEQ

UDC 636.085.552



Original article

## STUDY OF METAL FOREIGN MATTERS IN STARTER COMPOUND FEEDS FOR AQUACULTURE

*D.V. Starostin, S.A. Marchenko,  
I.O. Martynuk, A.V. Olshevskaya, M.Yu. Odabashyan,  
D.S. Mangasaryan, N.A. Kulikova*

### *Abstract*

**Background.** The article presents results of the investigation of metal foreign matter content in starter compound feeds for aquaculture objects. Metallomagnetic particles can get into compound feeds at different stages of their production, which is dangerous for fish health, especially at the early stages of their development. The relevance of the study is due to the increase in production of valuable fish species in aquaculture and the need to improve the quality of compound feeds. In the course of the analysis the sources of contamination were identified and measures for their elimination were proposed, which contributes to improving the conditions of fish farming and increasing its productivity. The importance of the obtained results lies in the possibility of their practical application for the optimization of technological processes of feed production, which will reduce the content of impurities and improve the quality of products, which, in turn, will contribute to the development of aquaculture and food security.

**Purpose.** The objective of the present study is to investigate methods for providing food safety of starter compound feeds for aquaculture.

**Materials and methods.** In the production of starter compound feeds, we measured the amount of metallomagnetic impurities, according to GOST 31484-2012 (GOST – Russian National Standard). Preliminary grinding in a porcelain mortar to the state of homogeneous mass, 4 control measurements were carried out, the results of which are reflected in the article. Three measurement repetitions were carried out using a horseshoe magnet with a magnetic induction value of 0.12 Tesla. The fourth one was performed with the help of the device “UZ-DIMP”

for extraction of metallomagnetic impurities with the value of magnetic induction 0.2 Tesla. The metallomagnetic impurities were collected from the surface of the screen of non-magnetic material placed on top of the magnet. Placing the collected material on paper, we determine the size and measure the mass of impurities on analytical scales. Subtracting the mass of paper, we obtain the value of the mass of metallomagnetic impurities.

**Results.** In the course of the study, measurements of the content of metallomagnetic impurities in starter compound feeds for aquaculture facilities were carried out. The results confirmed the presence of these impurities, indicating the need for stricter quality control at all feed production stages. Metallomagnetic particles, which may enter the feed during its pelleting or grinding, pose a risk to fish health, especially at the stage of their early development, when sensitivity to external factors is at its maximum.

The relevance of this study is due to the growing demand for aquaculture products in the context of global food security. In recent years, in Russia and other countries, there has been an active development of fish farming, which requires an increase in feed quality standards. Since compound feed is the main source of nutrients for fish, control of its purity and composition is of strategic importance for the health of aquatic bioresources and increasing their productivity.

**Conclusion.** The importance of the obtained results lies in their practical application. Detection of sources of metallomagnetic impurities in mixed fodders allows to optimize technological processes aimed at reducing feed contamination, and contributes to the development of methods of effective elimination of such impurities. This, in turn, will lead to improved growth and survival rates of fish, reducing the cost of prevention and treatment of diseases caused by the presence of foreign particles in feed.

Thus, the results of the study contribute to improving the quality of feed production and strengthening the aquaculture sector, which is particularly important in the face of increasing demand for environmentally friendly products and resources for sustainable fish farming.

**Keywords:** metal shavings; fish farming; fry survival; metallomagnetic particles; horseshoe magnet; feed mix; food industry

**For citation.** Starostin, D. V., Marchenko, S. A., Martynuk, I. O., Olshevskaya, A. V., Odabashyan, M. Yu., Mangasaryan, D. S., & Kulikova, N. A. (2025). Study of metal foreign matters in starter compound feeds for aquaculture. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(6-2), 716-729. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1575>

Научная статья

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛИЧИЯ МЕТАЛЛОМАГНИТНЫХ ПРИМЕСЕЙ В СТАРТОВЫХ КОМБИКОРМАХ ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

*Д.В. Старостин, С.А. Марченко,  
И.О. Мартынюк, А.В. Ольшевская, М.Ю. Одабашян,  
Д.С. Мангасарян, Н.А. Куликова*

### *Аннотация*

**Обоснование.** В статье представлены результаты исследования содержания металломагнитных примесей в стартовых комбикормах для объектов аквакультуры. Металломагнитные частицы могут попадать в комбикорма на различных этапах их производства, что представляет опасность для здоровья рыб, особенно на ранних стадиях развития. Актуальность исследования обусловлена увеличением производства ценных видов рыб в аквакультуре и необходимостью повышения качества комбикормов. В ходе анализа были выявлены источники загрязнения и предложены меры по их устранению, что способствует улучшению условий выращивания рыбы и повышению её продуктивности. Важность полученных результатов заключается в возможности их практического применения для оптимизации технологических процессов производства кормов, что позволит снизить содержание примесей и улучшить качество продукции, что, в свою очередь, будет способствовать развитию аквакультуры и обеспечению продовольственной безопасности.

**Цель.** Целью настоящего исследования является изучение методов обеспечения продовольственной безопасности стартовых комбикормов для аквакультуры.

**Материалы и методы.** При производстве стартового комбикорма было измерено количество металломагнитных примесей, согласно ГОСТ 31484–2012. Предварительно измельчив в фарфоровой ступке до состояния однородной массы, было проведено 4 контрольных измерения, результаты которых отражены в статье. Три измерительных повтора провели с помощью подковообразного магнита со значением магнитной индукции 0,12 Тл. Четвёртый – с помощью устройства «УЗ-ДИМП» для извлечения металломагнитных примесей со значением магнитной индукции 0,2 Тл. С поверхности экрана из немагнитного

материала, установленного поверх магнита, были собраны металломагнитные примеси. Поместив собранный материал на бумагу, был определен размер частиц и была измерена на аналитических весах масса примесей. При вычете массы бумаги, было получено значение массы металломагнитных примесей.

**Результаты.** В ходе исследования были проведены измерения содержания металломагнитных примесей в стартовых комбикормах для объектов аквакультуры. Полученные результаты подтвердили наличие этих примесей, что указывает на необходимость более строгого контроля качества на этапах производства комбикормов. Металломагнитные частицы, которые могут попасть в корм в процессе его гранулирования или измельчения, представляют опасность для здоровья рыб, особенно на стадии их раннего развития, когда чувствительность к внешним факторам максимальна. Актуальность данного исследования обусловлена растущим спросом на продукцию аквакультуры в условиях глобальной продовольственной безопасности. В последние годы в России и других странах наблюдается активное развитие рыбоводства, что требует повышения стандартов качества кормов. Поскольку комбикорм является основным источником питательных веществ для рыб, контроль его чистоты и состава имеет стратегическое значение для здоровья водных биоресурсов и повышения их продуктивности.

**Заключение.** Важность полученных результатов заключается в их практическом применении. Обнаружение источников металломагнитных примесей в комбикормах позволяет оптимизировать технологические процессы, направленные на уменьшение загрязнения кормов, и способствует разработке методов эффективного устранения таких примесей. Это, в свою очередь, приведёт к улучшению показателей роста и выживаемости рыб, снижению затрат на профилактику и лечение заболеваний, вызванных наличием посторонних частиц в кормах.

Таким образом, результаты исследования способствуют повышению качества производства кормов и укреплению аквакультурного сектора, что особенно важно в условиях увеличивающегося спроса на экологически чистую продукцию и ресурсы для устойчивого развития рыбоводства.

**Ключевые слова:** металлическая стружка; рыбоводство; выживаемость мальков; металломагнитные частицы; подковообразный магнит; кормовая смесь; пищевая промышленность

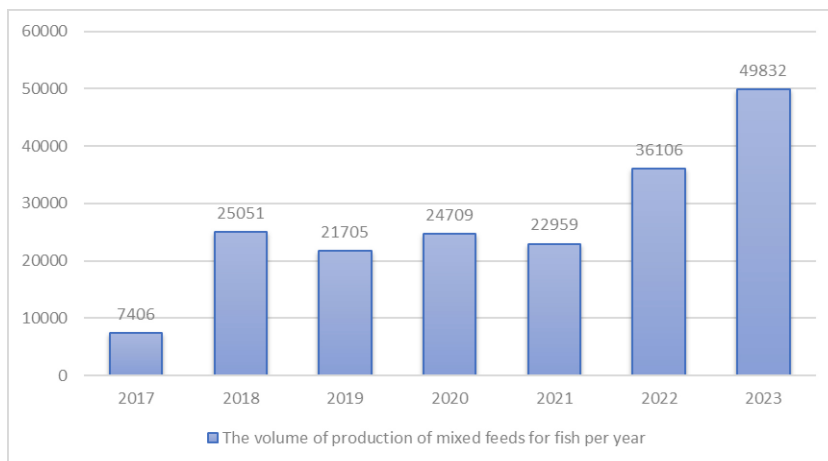
**Для цитирования.** Старостин, Д. В., Марченко, С. А., Мартынюк, И. О., Ольшевская, А. В., Одабашян, М. Ю., Мангасарян, Д. С., & Куликова, Н. А. (2025). Исследование наличия металломагнитных примесей в стартовых комбикормах для аквакультуры. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 17(6-2), 716-729. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2025-17-6-2-1575>

## Introduction

Currently, there is an increase in the production of valuable fish species in aquaculture. In order to ensure food security, starter feed is becoming a strategically important product, as its quality directly affects the growth and survival rates of fry. Against the backdrop of declining natural fish populations, industrial aquaculture specialists are striving to restore them as soon as possible. In this regard, it is necessary to pay special attention to the quality and balance of starter feeds due to the biological characteristics of juvenile fish at early stages of ontogenesis and to ensure their sustainable development. As a consequence, volumes of compound feed production increase annually in Russia. Knowing the nutritional needs of growing species, it is possible to make nutritionally balanced feeds.

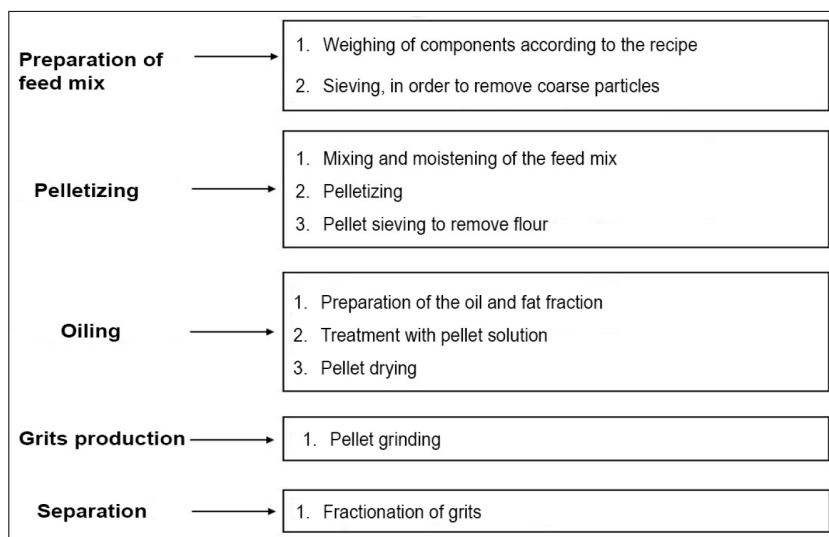
## Materials and methods

High-quality starter compound feed is balanced in terms of nutrients and biologically active additives, meets the requirements of moisture resistance and crumbliness. Every year in Russia the volume of production of compound feeds for fish is increasing, shown in Fig. 1.



**Fig. 1.** Production volume of mixed fodder for fish per year, thousand tons

Production of compound feeds. At manufacture of starter compound feeds on the basis of basic components, such as: fish, wheat, meat-bone and chicken meal, soybean meal, etc. the following technological process is carried out. Production of starter compound feeds consists of operations presented in Fig. 2.



**Fig. 2.** Technological production processes of starter compound feeds

When the finished feed is sieved using a vibrating screen on the discharge platform equipped with magnetic catchers, metal and magnetic impurities are detected. Having analyzed the technological line of feed production, two probable sources of metal shavings were identified:

1. Friction of rollers against the matrix during the pelletizing process;
2. Friction between rollers in pellet shredders

In the production of starter compound feeds, we measured the amount of metallomagnetic impurities, according to GOST 31484-2012 (GOST – Russian National Standard). Preliminary grinding in a porcelain mortar to the state of homogeneous mass, 4 control measurements were carried out, the results of which are reflected in Table 1. Three measurement repetitions were carried out using a horseshoe magnet with a magnetic induction value of 0.12 Tesla. The fourth one was performed with the help of the device “UZ-DIMP” for extraction of metallomagnetic impurities with the value of magnetic induction 0.2 Tesla. The metallomagnetic impurities were collected from the surface of the screen of non-magnetic material placed on top of the magnet. Placing the collected material on paper, we determine the size and measure the mass of impurities on analytical scales. Subtracting the mass of paper, we obtain the value of the mass of metallomagnetic impurities.

Table 1.

**Results of parallel measurements**

| Experiment № | Results, g |
|--------------|------------|
| 1            | 0,0048     |
| 2            | 0,00477    |
| 3            | 0,00498    |
| 4            | 0,0052     |

Calculation have been made using the formula (1):

$$|x_1 - x_2| \leq r \quad (1)$$

where  $x_1$  and  $x_2$  – results of the first and second parallel measurements, mg/kg .

$r$  – value of the repeatability limit – 1,4 mg/kg .

$$(I) |4,8 - 4,77| = 0,03$$

$$|x_3 - x_4| \leq R$$

where  $x_3$  and  $x_4$  – results of the first and second parallel measurements, mg/kg .

$R$  – value of the reproducibility limit – 2,0 mg/kg .

$$(II) |4,98 - 5,2| = 0,22$$

According to GOST, the accuracy of changes should be within  $\pm 5\%$  of the specified value, it follows from the confidence probability equal to 0.95. Let's carry out calculations and compare the obtained values with the required parameters.

$$4,77 \times 0,95 = 4,53$$

$$4,77 - 4,53 = 0,24$$

$$(I) 0,03 \leq 0,24$$

$$4,98 \times 0,95 = 4,73$$

$$4,98 - 4,73 = 0,25$$

$$(II) 0,22 \leq 0,25$$

Having measured the amount of metallomagnetic impurities in the prepared feed, let's compare the obtained values with the norms specified in GOST 10385-88. Mass fraction of metallomagnetic impurity (particles up to 2 mm in size inclusive) mg in 1 kg of feed for gilts, not more than 15 mg. According to the results indicated in Table 1, the obtained values are within the permissible values of the state standard.

## Results

In the course of the study, measurements of the content of metallomagnetic impurities in starter compound feeds for aquaculture facilities were carried out. The results confirmed the presence of these impurities, indicating the need

for stricter quality control at all feed production stages. Metallomagnetic particles, which may enter the feed during its pelleting or grinding, pose a risk to fish health, especially at the stage of their early development, when sensitivity to external factors is at its maximum. The relevance of this study is due to the growing demand for aquaculture products in the context of global food security. In recent years, in Russia and other countries, there has been an active development of fish farming, which requires an increase in feed quality standards. Since compound feed is the main source of nutrients for fish, control of its purity and composition is of strategic importance for the health of aquatic bioresources and increasing their productivity.

### Discussion and conclusion

The importance of the obtained results lies in their practical application. Detection of sources of metallomagnetic impurities in mixed fodders allows to optimize technological processes aimed at reducing feed contamination, and contributes to the development of methods of effective elimination of such impurities. This, in turn, will lead to improved growth and survival rates of fish, reducing the cost of prevention and treatment of diseases caused by the presence of foreign particles in feed.

Thus, the results of the study contribute to improving the quality of feed production and strengthening the aquaculture sector, which is particularly important in the face of increasing demand for environmentally friendly products and resources for sustainable fish farming.

**Conflict of interest information.** The authors declare that they have no conflict of interest.

**Sponsorship information.** The work is carried out as part of the project “Development of personalized feeds of a new generation with plant and probiotic additives to increase the survival rate and improve the health of fish” (FZNE-2023-0003).

### References / Список литературы

1. Shevchenko, V., Rudoy, D., Ivanov, Yu., et al. (2024). The Australian red-clawed crayfish (*Cherax quadricarinatus* Von Martens 1868) is a promising aquaculture object for the south of the Russian Federation. *BIO Web of Conferences*, 113, 05039. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202411305039>. EDN: <https://elibrary.ru/UJVBXAT>
2. Rudoy, D. V., Pakhomov, V. I., Babajanyan, A., et al. (2023). Review and analysis of extrusion technology in the production of feed additives based on probiotic micro-

- organisms. In: *E3S Web of Conferences: XVI International Scientific and Practical Conference "State and Prospects for the Development of Agribusiness – INTER-AGROMASH 2023"* (Vol. 413, p. 01014). Rostov-on-Don, Russia: EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341301014>. EDN: <https://elibrary.ru/CVJIFI>
3. Rudoy, D., Pakhomov, V., Maltseva, T., et al. (2023). Review of studies on the use of synbiotic feed additives in compound feeds. In: *E3S Web of Conferences: EBWFF 2023 — International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (Part 1)* (Vol. 420, p. 02006). Blagoveschensk, Amur region, Russia: EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342002006>. EDN: <https://elibrary.ru/GKVBXLX>
  4. Thomas, M., Van Zuilichem, D. J., & Van der Poel, A. F. B. (1997). Physical quality of pelleted animal feed. 2. Contribution of processes and its conditions. *Animal Feed Science and Technology*, 64(2–4), 173–192. EDN: <https://elibrary.ru/AIYMAZ>
  5. Belousov, V. I., Romanenko, E. A., & Bazarbaev, S. B. (2023). Veterinary and sanitary requirements for grain, feed and feed additives. *Collection of Scientific Papers of the Krasnodar Scientific Center for Animal Science and Veterinary Medicine*, 12(1), 53–59. ГОСТ 10385-88. Compound feed for pond carp fish. Technical specifications. (Introduced on 1 January 1990). Moscow: Standart Publishing House. <https://doi.org/10.48612/sbornik-2023-1-13>. EDN: <https://elibrary.ru/SLGOBK>
  6. GOST 31484-2012. Mixed feed, protein, vitamin and mineral concentrates, premixes. Methods for the determination of metallomagnetic impurities. (Introduced on 1 September 2013). Moscow: Standartinform.
  7. Matishov, G., Meskhi, B., Makoedov, A., et al. (2023). Prospects for the development of commercial fish farming in the South of Russia. In: *E3S Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture"* (*AQUACULTURE 2022*) (Vol. 381, p. 01077). Divnomorskoe village, Krasnodar region, Russia: EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338101077>. EDN: <https://elibrary.ru/QNXBB>
  8. Ponomareva, E. N., Geraskin, P., Kovaleva, A., et al. (2024). New supplementary feeds for sterlet in industrial cultivation. In: *BIO Web of Conferences: International Scientific and Practical Conference "Development and Modern Problems of Aquaculture"* (*AQUACULTURE 2023*) (p. 01045). Divnomorskoe: EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20248401045>. EDN: <https://elibrary.ru/ANFQUO>
  9. Russian Scientific Foundation. (2022–2027). Grant No. 23-76-30006: "Molecular Aquaculture Strategy in the Design of Novel Synbiotic Preparations for Improvement of Health and Quality in Fishery".

10. Federal State Statistics Service (Rosstat). Official website. Retrieved from <https://rosstat.gov.ru>
11. Thomas, M., & Van der Poel, A. F. B. (1996). Physical quality of pelleted animal feed 1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science and Technology*, 61(1–4), 89–112. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(96\)00949-2](https://doi.org/10.1016/0377-8401(96)00949-2)
12. Ramin, A., Jafari Shoorijeh, S., et al. (2008). Removal of metallic objects from animal feeds: Development and studies on a new machine. *VetScan*, 3, 1–6.
13. Bedaso, N. H., & Diriba, L. (2024). Complete animal feed production and method of feed conservation. *International Journal of Agriculture and Agribusiness*, 1(1), 133–141.
14. Zagoruiko, M., Shaaban, M., et al. (2025). Determination of the optimal biotechnological parameters for industrial production of protein hydrolysates for animal feed. *MDPI Fermentation*, 11(209), 1–14.
15. Borovik, E. S., Menyakina, A. G., Gamko, L. N., Podolnikov, V. E., & Sidorov, I. I. (2025). The effect of feed production technology on pellet durability. In: *International Scientific and Practical Conference “From Modernization to Rapid Development: Ensuring Competitiveness and Scientific Leadership of the Agro-Industrial Complex”*, *BIO Web of Conferences*, 179, 01010. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202517901010>. EDN: <https://elibrary.ru/FEMAEO>
16. Mamatov, F., Karshiev, F., et al. (2024). Determination of grinding condition by grain elasticity and hammer width for sustainable feed production in livestock farming. In: *IV International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure for Sustainable Development*, *BIO Web of Conferences*, 105, 05008. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202410505008>. EDN: <https://elibrary.ru/CFGZPP>

### AUTHOR CONTRIBUTIONS

**Dmitry V. Starostin:** data collection and analysis, research implementation, preparation of the text of the article.

**Sergey A. Marchenko:** data collection and analysis, research implementation, preparation of the text of the article.

**Igor O. Martynuk:** data collection and analysis, research implementation, preparation of the text of the article.

**Anastasiya V. Olshevskaya:** general management of the research, attracting funding.

**Mary Yu. Odabashyan:** conceptualization, methodology, research assistance.

**Dzuletta S. Mangasaryan:** selection of a list of references on the research topic, research assistance, editing the article.

**Natalya A. Kulikova:** editing the article, formatting the article according to a template, selecting a list of references on the research topic.

### **ВКЛАД АВТОРОВ**

**Д.В. Старостин:** сбор и анализ данных, проведение исследований, подготовка текста статьи.

**С.А. Марченко:** сбор и анализ данных, проведение исследований, подготовка текста статьи.

**И.О. Мартынюк:** сбор и анализ данных, проведение исследований, подготовка текста статьи.

**А.В. Ольшевская:** общее руководство исследованием, привлечение финансирования.

**М.Ю. Одабашян:** концептуализация, методология, помощь в проведении исследований.

**Д.С. Мангасарян:** подбор списка литературы по теме исследования, помощь в проведении исследований, редактирование статьи.

**Н.А. Куликова:** редактирование статьи, оформление статьи по шаблону, подбор списка литературы по теме исследования.

### **DATA ABOUT THE AUTHORS**

**Dmitry V. Starostin**, 3<sup>rd</sup> Year Student of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products” of the Faculty “Agribusiness”  
*Don State Technical University*  
*1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation*  
*ddmmiitr2004@gmail.com*

**Sergey A. Marchenko**, 3<sup>rd</sup> Year Student of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products” of the Faculty “Agribusiness”  
*Don State Technical University*  
*1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation*  
*marchenko.science@mail.ru*  
*ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1866-8702>*

**Igor O. Martynuk**, 3<sup>rd</sup> Year Student of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products” of the Faculty “Agribusiness”  
*Don State Technical University*  
*1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation*  
*igor.mart2004@mail.ru*

**Anastasiya V. Olshevskaya**, Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Development center of the territorial cluster “Dolina Dona”, Deputy Dean for Strategic and Digital Development of the Faculty “Agribusiness”, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”

*Don State Technical University*

*1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation*

*olshevskaya.av@gs.donstu.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8318-3938>*

*Scopus Author ID: 57204675629*

**Mary Yu. Odabashyan**, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Center for Agrobioengineering of Essential Oil and Medicinal Plants, Associate Professor of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”, Scientific Leader of the Students’ scientific society “Agriculture”

*Don State Technical University*

*1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation*

*modabashyan@donstu.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3371-0098>*

*Scopus Author ID: 58078886200*

**Dzuletta S. Mangasaryan**, Engineer of the Development center of the territorial cluster “Dolina Dona”, Lecturer of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”

*Don State Technical University*

*1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation*

*dsarkisyan@donstu.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6491-2656>*

*Scopus Author ID: 57220954111*

**Natalya A. Kulikova**, Junior Researcher of the Development center of the territorial cluster “Dolina Dona”, Senior Lecturer of the Department “Technologies and Equipment for Processing Agricultural Products”

*Don State Technical University*

*1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344000, Russian Federation*

*kulikova.na@gs.donstu.ru*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4442-058X>*

*Scopus Author ID: 57212388677*

### ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

**Старостин Дмитрий Владимирович**, студент 3 года обучения кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса» факультета «Агропромышленный»  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»*  
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация  
ddmmiitr2004@gmail.com

**Марченко Сергей Александрович**, студент 3 года обучения кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса» факультета «Агропромышленный»  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»*  
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация  
marchenko.science@mail.ru

**Мартынюк Игорь Олегович**, студент 3 года обучения кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса» факультета «Агропромышленный»  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»*  
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация  
igor.mart2004@mail.ru

**Ольшевская Анастасия Владимировна**, канд. техн. наук, заместитель декана по стратегическому и цифровому развитию факультета «Агропромышленный», заместитель руководителя Центра развития территориального кластера «Долина Дона», доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса»  
*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»*  
пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация  
olshevskaya.av@gs.donstu.ru

**Одабашян Мэри Юрьевна**, канд. биол. наук, старший научный сотрудник Центра агробиотехнологии эфиромасличных и лекарственных растений, доцент кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса», научный наставник студенческого научного общества «Сельское хозяйство»

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»*

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация  
modabashyan@donstu.ru*

**Мангасарян Джульетта Славиковна**, инженер Центра развития территориального кластера «Долина Дона», преподаватель кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса»

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»*

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация  
dsarkisyan@donstu.ru*

**Куликова Наталья Андреевна**, младший научный сотрудник Центра развития территориального кластера «Долина Дона», старший преподаватель кафедры «Технологии и оборудование переработки продукции агропромышленного комплекса»

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный технический университет»*

*пл. Гагарина, 1, г. Ростов-на-Дону, 344000, Российская Федерация  
kulikova.na@gs.donstu.ru*

Поступила 07.07.2025

После рецензирования 29.08.2025

Принята 05.10.2025

Received 07.07.2025

Revised 29.08.2025

Accepted 05.10.2025