

Polar Geophysical Institute
Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences
Murmansk Marine Biological Institute RAS
Murmansk Arctic University



PROCEEDINGS

of XX International Scientific Conference
for Students and Postgraduates
“PROBLEMS OF THE ARCTIC REGION”
17-18 May 2023, Murmansk, Russia

RESPONSIBLE
GOVERNANCE
FOR A SUSTAINABLE
ARCTIC



2021-2023

ARCTIC COUNCIL
RUSSIA'S CHAIRMANSHIP

2023

Полярный геофизический институт
Федеральный исследовательский центр
«Кольский научный центр Российской академии наук»
Мурманский морской биологический институт РАН
Мурманский арктический университет



МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**XX Международная научная
конференция студентов и аспирантов**

ПРОБЛЕМЫ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Мурманск, 17–18 мая 2023 года

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ



ОТВЕТСТВЕННОЕ
УПРАВЛЕНИЕ
ДЛЯ УСТОЙЧИВОЙ
АРКТИКИ

2021-2023

АРКТИЧЕСКИЙ СОВЕТ
ПРЕДСЕДАТЕЛЬСТВО РОССИИ

Мурманск
2023

DOI: 10.37614/978.5.91137.510.2

УДК [31 + 33 + 37 + 501 + 502 + 504](98)
ББК Д890(881)я431(0), Е085(881)я431(0), С.я431
П68

Проблемы Арктического региона: труды XX Международная научная конференция студентов и аспирантов
(Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. 112 с.

ISBN 978-5-91137-510-2

В сборнике представлены научные статьи по материалам XX Международной научной конференции студентов и аспирантов «Проблемы Арктического региона». В книгу вошли результаты научной работы студентов и аспирантов различных вузов, научных организаций и их филиалов. Представленные доклады включают исследования, связанные с физическими, химическими, биологическими, медицинскими, экологическими и техническими проблемами, также затронуты вопросы педагогики, экономики и социологии Арктического региона. Материалы печатаются в авторской редакции.

Программный комитет конференции:

Матишов Г. Г.	председатель, академик РАН, профессор, д.г.н., ММБИ РАН, ЮНЦ РАН, Мурманск
Мингалев И. В.	заместитель председателя, д.ф.-м.н., ПГИ, Мурманск
Брейтен Д.	профессор, Канзасский университет, Лоренс, США
Демидов В. И.	профессор, Университет Западной Вирджинии, Моргантаун, США
Жиров В. К.	чл.-корр. РАН, профессор, д.б.н., ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты
Князева М. А.	доцент, к.ф.-м.н., МАУ, Мурманск
Козлов Н. Е.	профессор, д.г.-м.н., ГИ КНЦ РАН, Апатиты
Кривовичев С. В.	академик РАН, профессор, д.г.-м.н., ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты
Ларичкин Ф. Д.	профессор, д.э.н., ИЭП КНЦ РАН, Апатиты
Макаров М. В.	профессор, д.б.н., ММБИ РАН, Мурманск
Маслобоев В. А.	профессор, д.т.н., ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты
Оттесен О. Н.	профессор, Университет губернии Нурланд, г. Будё, Норвегия
Шадрина И. М.	доцент, д.пед.н., МАУ, Мурманск

Редакция:
С. М. Черняков
Ю. А. Шаповалова

Адрес оргкомитета конференции:
Полярный геофизический институт,
183010, Россия, Мурманск, ул. Халтурина, 15
E-mail: issc@pgi.ru
Тел: (8152) 253958
Факс: (8152) 253559

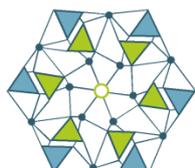
<http://pgia.ru/lang/ru/international-problems-of-the-arctic-region/>

Научное издание
Технический редактор: В. Ю. Жиганов
Подписано к печати 26.12.2023. Формат бумаги 60×84 1/8.
Усл. печ. л. 13,02. Заказ № 85. Тираж 300 экз.
ФГБУН КНЦ РАН
184209, г. Апатиты, Мурманская область, ул. Ферсмана, 14

ISBN 978-5-91137-510-2

© Полярный геофизический институт, 2023

Polar Geophysical Institute
Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences
Murmansk Marine Biological Institute of Russian Academy of Sciences
Murmansk Arctic University



МУРМАНСКИЙ
АРКТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

**XX International Scientific Conference
for Students and Postgraduates**

PROBLEMS OF THE ARCTIC REGION

17–18 May 2023, Murmansk, Russia

PROCEEDINGS



Murmansk
2023

DOI: 10.37614/978.5.91137.510.2
UDC [31 + 33 + 37 + 501 + 502 + 504](98)

Problems of the Arctic region: : Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17-18 May 2023). Murmansk, 2023. 112 p.

ISBN 978-5-91137-510-2

The publication presents abstracts of the reports submitted for the XX International Scientific Conference for Students and Post-graduates "Problems of the Arctic Region". Among the authors are students and post-graduate students of different institutions of higher education, scientific organizations and their branches. The subjects of the presented scientific works include studies related to chemical, biological, medical, environmental, technical problems, as well as studies on the pedagogy, economics and sociology of the Arctic region. Published in the author's edition.

Steering Committee

Matishov G. G.	chairman, academician RAS, professor, D. Sc., MMBI RAS, Murmansk, Russia
Mingalev I. V.	deputy of the chairman, D. Sc., PGI, Murmansk, Russia
Braaten D.	professor, PhD, KU, Lawrence, USA
Demidov V. I.	research professor, PhD, WVU, Morgantown, USA
Knyazeva M. A.	professor, PhD, MAU, Murmansk, Russia
Kozlov N. E.	professor, D. Sc., GI KSC RAS, Apatity, Russia
Krivovichev S. V.	academician RAS, professor, D. Sc., KSC RAS, Apatity, Russia
Larichkin F. D.	professor, D. Sc., IEP KSC RAS, Apatity, Russia
Makarov M. V.	professor, D. Sc., MMBI RAS, Murmansk, Russia
Masloboev V. A.	professor, D. Sc., KSC RAS, Apatity, Russia
Ottesen O.	professor, PhD, UIN, Bodø, Norway
Shadrina I. M.	professor, D. Sc., MAU, Murmansk, Russia
Zhirov V. K.	member-correspondent RAS, professor, D. Sc., KSC RAS, Apatity, Russia

The editors:

S. M. Cherniakov
Yu. A. Shapovalova

Address of the Steering Committee:

Polar Geophysical Institute
15 Khalturina St., Murmansk, 183010 Russia
E-mail: issc@pgi.ru
Tel.: +7 8152 253958

<http://pgia.ru/lang/en/international-problems-of-the-arctic-region/>

ISBN 978-5-91137-510-2

© Polar Geophysical Institute, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

- Воскобойников Г. М. История и направление альгологических исследований на Баренцевом море 9

БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

- Басангова Д. Д.,
Харламова М. Н. Авифауна города Полярный (Мурманская область) в 2022–2023 гг. 19
- Темчура В. О.,
Попова А. Д. Выделение и изучение местных изолятов азотфиксирующих почвенных бактерий Мурманской области, перспективных для создания комплексного биоудобрения 26

БИОРЕСУРСЫ И АКВАКУЛЬТУРА

- Шохалова В. С.,
Калугина Е. В.,
Кравец П. П. Выращивание дафний (*Moina macrocopa*) как кормового объекта аквариумистики 32

ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

- Бугаева С. И.,
Иванчук Н. В. Использование краеведческого материала при изучении математики на примере квеста «На Севере считать – про Север знать» 38
- Абрашкина А. В.,
Брокарева Е. А.,
Митина Е. Г. Региональный экологический турнир «Арктиктлон» как открытая площадка развития экологической грамотности школьников 44
- Гладкова В. А.,
Иванчук Н. В. Некоторые аспекты организации воспитательной работы на уроках математики 49
- Рогушин С. В. Организация проектной деятельности учащихся по истории в школьном музее: из опыта работы» 53

ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

- Ефименко Г. А.,
Инкола К. В.,
Шокина Ю. В.,
Баланов П. Е. Разработка и совершенствование технологии винных напитков на основе ягод-дикоросов Кольского полуострова 64

Савкина К. Н., Симутина Н. Н., Шокина Ю. В.	Исследование технологии и автоматизированное проектирование рецептур мучных и фруктово-ягодных кондитерских изделий, обогащенных йодом	78
Антонов П. В., Левшина И. Е. О., Лукина Е. В., Шокина Ю. В.	Массообменные процессы при посоле инъектированием в технологии деликатесного малосоленого филе лососевых рыб	85
Шокин Г. О., Шокина Ю. В.	Разработка рецептуры рыбного комбинированного кулинарного изделия «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный»	98
Васильева М. О., Васильев М. В., Амбросова Г. Т.	Система водоотведения рабочего поселка Жатай	107
Авторский указатель		112

CONTENT

PLENARY REPORT

- Voskoboinikov G. M. The history and direction of algological research in the Barents sea 9

BIOLOGY AND MEDICINE

- Basangova D. D.,
Kharlamova M. N. Avifauna of the Polyarny city (Murmansk region) in 2022-2023 19
- Temchura V. O.,
Popova A. D. Isolation and study of local isolates of nitrogen-fixing soil bacteria of the Murmansk region, promising for the creation of a complex biofertilizer 26

BIORESOURCES AND AQUACULTURE

- Shokhalova V. S.,
Kalugina E. V.,
Kravets P. P. Cultivation of daphnia (*Moina macrocopa*) as a fodder object of aquariums 32

EDUCATION IN THE ARCTIC REGION

- Bugaeva S. I.,
Ivanchuk N. V. Using local history material in the study of Mathematics through the example of the quest “Counting in the North – Knowing about the North” 38
- Abrashkina A. V.,
Brokareva E. A.,
Mitina E. G. Regional environmental tournament “Arktiklon” as an open platform for the development of environmental literacy of schoolchildren 44
- Gladkova V. A.,
Ivanchuk N. V. Some aspects of the organization of educational work in mathematics lessons 49
- Rogushin S. V. Organization of students' project activities on History in the school museum: from work experience 53

CHEMISTRY AND TECHNOLOGY

- Efimenko G. A.,
Inkola K. V.,
Shokina Yu. V.,
Balanov P. E. Creating and improving the technology of wine drinks based on wild berries of the Kola Peninsula 64
- Savkina K. N.,
Simutina N. N.,
Shokina Yu. V. Technological research and computer-aided design of recipes for flour and fruit and berry confectionery products enriched with iodine 78

Antonov P. V., Levshina I. E. O., Lukina E. V., Shokina Yu. V.	Mass transfer processes during salting by injecting into the technology of delicate lightly salted salmon fillet	85
Shokin G. O., Shokina Yu. V.	The development of the recipe for a fish combined culinary product "Terrine from smoked sauerkraut with baked champignons"	98
Vasilyeva M. O., Vasilyev M. V., Ambrosova G. T.	Water respiratory system of Zhatai working village	107
Autor index		112

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

DOI: 10.37614/978.5.91137.510.2.001

УДК 09: [581.5 + 581.9] 582.26/.27 (98)

Г. М. Воскобойников

Мурманский морской биологический институт РАН, г. Мурманск, Россия

grvosk@mail.ru

ИСТОРИЯ И НАПРАВЛЕНИЕ АЛЬГОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Аннотация

Представлены сведения об истории альгологических исследований на побережье Баренцева, Белого морей с XIX в. до наших дней. Первое описание водорослей Мурманского побережья было выполнено Еленой Степановной Зиновой, автором книги «Водоросли Мурмана» в двух томах, изданной в 2012 г. Большой вклад в систематику водорослей северных морей был внесен Анной Дмитриевной Зиновой, автора многих работ о биогеографии водорослей, определителей водорослей-макрофитов. В настоящее время в Баренцевом море описано 190 видов водорослей-макрофитов. Они представлены: красными (отдел Rhodophyta – 82 вида), бурными (класс Phaeophyceae отдела Ochrophyta – 72 вида) и зелеными (отдел Chlorophyta - 36 видов) водорослями. Наиболее разнообразен видовой состав водорослей мурманского побережья (167 видов); Показано присутствие в Баренцевом море 241 130 тонн ламинариевых водорослей, в том числе в прибрежье Мурмана 200 000 тонн, фукусовых водорослей – 50 000 тонн. Развитию исследований водорослей на Мурманском побережье способствовала организация на побережье губы Зеленецкой в поселке Дальние Зеленцы Мурманской биологической станции Академии наук СССР (1935 г). В настоящее время она существует, как сезонная биостанция ММБИ РАН. В результате многолетних исследований макрофитов Баренцева моря определены: 1) оптимальный фотопериод (16 : 8 – «свет : темнота») для роста большинства водорослей, а также его компенсаторная роль в регуляции роста макрофитов; 2) негативное воздействие ультрафиолета Б на развитие водорослей; 3) оптимальные для роста температуры и механизмы холодоустойчивости макроводорослей; 4) влияние гидростатического давления на вертикальное распределение макрофитобентоса в сублиторальной зоне; 5) значение интенсивности движения воды, типа субстрата и солености для размножения, роста и распределения водорослей-макрофитов; 6) диапазон толерантности к воздействию нефти и дизельного топлива у макроводорослей; 7) технология плантации-биофильтр для очистки прибрежных акваторий от нефтепродуктов, симбиотическая ассоциация водорослей-макрофитов и углеводородокисляющих бактерий.

Ключевые слова:

водоросли-макрофиты Баренцева моря, флористика, запасы, адаптация и регуляция роста у макроводорослей, Баренцево море, фотопериод, ультрафиолет, температура, гидростатическое давление, движение воды, соленость, субстрат, санитарная аквакультура, биоремедиация.

G. M. Voskoboynikov

Murmansk Marine Biological Institute of the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia

grvosk@mail.ru

THE HISTORY AND DIRECTION OF ALGOLOGICAL RESEARCH IN THE BARENTS SEA

Abstract

Information about the history of algological research on the coast of the Barents and the White Seas from the 19th century to the present day is presented. The first description of the algae of the Murman coast was carried out by Elena Stepanovna Zinova, who is the author of the book "Algae of Murman" (in two volumes), published in 1912. A great contribution to the systematics of algae in the northern seas was made by Anna Dmitrievna Zinova, the author of many works on the biogeography of algae, the macrophyte-algae identification guides. Currently, 190 species of macrophyte algae have been described in the Barents Sea. They are represented by: red (Rhodophyta division – 82 species), brown (Phaeophyceae class of Ochrophyta division – 72 species) and green (Chlorophyta division - 36 species) algae. The species composition of algae of the Murmansk coast is the most diverse (167 species). The presence of 241,130 tons of kelp in the Barents Sea has been shown, including 200,000 tons in the Murmansk coast, and 50,000 tons of fucus algae. The development of algae research on the Murmansk coast was facilitated by the organization of the Murmansk Biological Station of the USSR Academy of Sciences on the coast of Zelenetskaya Bay in the settlement of Dal'niye Zelentsy (1935). Currently, it exists as a seasonal biostation of the MMBI RAS. As a result of long-term studies of macrophytes of the Barents Sea, the following have been

ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

determined: 1) the optimal photoperiod (16 : 8 – "light-dark") for the growth of most algae, as well as its compensatory role in regulating the growth of macrophytes; 2) the negative effect of ultraviolet B on the development of algae; 3) the optimal temperature for growth and mechanisms of cold resistance of macroalgae; 4) the influence of hydrostatic pressure on the vertical distribution of macrophytobenthos in the sublittoral; 5) the significance of the intensity of water movement, of the type of substrate and of salinity for the reproduction, the growth and the macrophyte-algae distribution; 6) the range of tolerance to the effects of oil and diesel fuel (DF) in macroalgae; 7) the plantation-biofilter technology for cleaning coastal water areas from oil products, the symbiotic association for macrophyte-algae and hydrocarbon-oxidising bacteria.

Keywords:

algae-macrophytes of the Barents Sea, floristics, stocks, adaptation and regulation of macroalgae growth, Barents Sea, photoperiod, ultraviolet, temperature, hydrostatic pressure, water movement, salinity, substrate, sanitary aquaculture, bioremediation.

Введение

Первые сведения о водорослях Русского Севера относятся к началу XIX в. (Лепехин, 1775; Постельс, Рупрехт, 1845). Фундаментальными трудами явились флористические сводки: Хр. Я. Гоби (1878) «Водоросли Белого моря и прилегающих к нему частей Северного Ледовитого океана», описывающая 77 видов водорослей и Ф. Р. Кельмана «Водоросли Арктики» (Kjellman, 1883), в которой дается описание макроводорослей и флоры прибрежных районов Шпицбергена, Новой Земли и Мурмана. Одним из основателей флористики северных морей России, по нашему мнению, следует считать Елену Степановну Зинову. Будучи совсем молодым сотрудником Института споровых растений Императорского Ботанического Сада Петра Великого (Санкт-Петербург) Е. С. Зинова в начале XX столетия неоднократно посещала побережье Мурмана, осуществляя сборы водорослей. Во всех ее работах имеется описание условий обитания и особенностей распределения водорослей, приводятся фенологические наблюдения. Именно ей, в результате анализа собственных сборов, ревизии коллекций и описаний видов сборов предшественников, удалось уже в 1912–14 гг. опубликовать в трудах Императорского Петроградского общества Естествоиспытателей уникальный двухтомный труд «Водоросли Мурмана», который затем дополнялся переиздавался, и сейчас служит одним из главных справочников в работе отечественных и зарубежных альгологов систематиков, гидробиологов. Большой вклад в систематику водорослей северных морей был внесен Анной Дмитриевной Зиновой (Александровой) – племянницей и ученицей Е. С. Зиновой, автора многих работ о фитогеографическом (зональном) районировании прибрежной полосы Мирового океана, определителей водорослей-макрофитов.

Наряду с исследованиями в области систематики, распределения баренцевоморских водорослей, получило развитие изучение репродукции, морфофункциональных особенностей, механизмов адаптации и регуляции роста макрофитов в условиях высоких широт. Во многом этому способствовала организация на побережье губы Зеленецкой (Восточный Мурман) в поселке Дальние Зеленцы Мурманской биологической станции Академии наук СССР (решение Совнаркома СССР от 10.03.1935 г.), реорганизованной в 1958 г. в Мурманский морской биологический институт АН СССР. Первыми работами по выяснению механизмов адаптации и регуляции роста, сезонных изменений продуктивности и фотосинтеза у морских макроводорослей в арктических морях стали исследования Зои Петровны Тиховской, проведенные на биостанции.

В 1989 г. ММБИ РАН был перебазирован в Мурманск, но лаборатория альгологии продолжает функционировать в режиме биостанции, и остается научно-экспериментальной базой не только для альгологов ММБИ, но и многочисленных ученых, специалистов и аспирантов других академических учреждений и студентов до настоящего времени. За последние годы альгологами ММБИ изучены процессы адаптации и регуляции роста,

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

размножения, накопления биологических активных веществ, симбиотические взаимоотношения с организмами-эпифитами, уточнена систематическая принадлежность ряда видов, разработаны и внедрены технологии аквакультуры водорослей, в том числе санитарной, определена роль макроводорослей в биоремедиации прибрежных акваторий. Представленная статья является попыткой лапидарного изложения этих работ.

Флористика и запасы

Изучение флоры мурманского побережья Баренцева моря, начатое в начале XX в. Е. С. Зиновой было продолжено А. Д. Зиновой, а затем ее учениками: К. Л. Виноградовой, Л. П. Перестенко, а в настоящее время Е. В. Шошиной, Т. А. Михайловой, С. В. Малавендой. Важным этапом в изучении водорослей, в том числе биоразнообразия, стало развитие водолазной техники в 70-е годы прошлого столетия, особенно в сублиторальной зоне Баренцева моря, чему способствовали морские биологи, специалисты водолазного дела М. В. Пропп, В. Е. Джус, А. И. Голиков. В настоящее время в Баренцевом море описано 190 видов водорослей-макрофитов. Они представлены: красными (отдел Rhodophyta – 82 вида), бурыми (класс Phaeophyceae отдела Ochrophyta – 72 вида) и зелеными (отдел Chlorophyta – 36 видов) водорослями. Наиболее разнообразен видовой состав водорослей мурманского побережья (167 видов); значительно беднее побережья арктических районов: архипелагов: Земля Франца-Иосифа, Новая Земля, Шпицберген. Изучение флоры и уточнение систематической принадлежности водорослей продолжают до настоящего времени с использованием современных, в том числе молекулярно-генетических методов. Примером результатов использования этих методов может являться отношение вида *Laminaria saccharina* к роду *Saccharina* и переименование в *Saccharina latissima*.

В 30-е годы XX в. началось определение запасов, распределения морских водорослей Баренцева моря, преимущественно промысловых: ламинариевых и фукусовых. Наряду с чисто фундаментальным направлением данные работы имели и прикладной характер. Перед альгологами была поставлена задача оценить запасы и возможности использования водорослей для получения йода, альгината, а также для пищевых целей, в качестве удобрений. На основании результатов специально проведенных экспедиций, стационарных работ О. С. Зверевой, М. С. Киреевой, К. И. Мейером, Т. Ф. Щаповой были представлены данные по биомассе йодосодержащих водорослей (ламинариевых и фукусовых) в различных районах побережья Баренцева моря. Была показана зависимость этого показателя от экологических условий того или иного пункта. Во время Великой отечественной войны в пос. Териберка происходила заготовка ламинарии и последующая отправка ламинариевой крупки, как витаминной пищевой добавки, на фронт. В экспедициях по заливам Мурманского побережья в конце XX – начале XXI в. В. Н. и М. В. Макаровыми, В. Е. Джусом, Е. В. Шошиной, С. В. Малавендой (ММБИ РАН), Т. С. Пельтихиной, А. Л. Сорокина (ПИНРО), Е. И. Блиновой, Н. В. Евсеевой (ВНИРО), Т. А. Михайловой (БИН РАН) было показано присутствие в Баренцевом море 241 130 тонн ламинариевых водорослей, в том числе в прибрежье Мурмана 200 000 тонн, Печерском море 3 130 тонн и Архипелаге Новая Земля 38 000 тонн, фукусовых водорослей на Мурманском побережье – 50 000 тонн. Несомненно, приведенные сведения о запасах водорослей являются приблизительными и ждут уточнения с использованием подводной аппаратуры и летательных аппаратов.

Влияние факторов внешней среды на морфо-физиологию водорослей-макрофитов Фотопериод

Наблюдения в природе в сочетании с лабораторными опытами показали, что относительная скорость роста площади таллома у большинства многолетних водорослей-макрофитов в условиях Баренцева моря увеличивается в начале февраля, достигает максимума весной. В июле-августе наблюдается снижение скорости роста, которая достигает минимума к ноябрю месяцу. Но даже в полярную ночь (ноябрь-январь) у ряда видов водорослей сохраняется ростовая активность. Учитывая, что в феврале–марте температура воды имеет самый низкий среднегодовой показатель ($-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$), можно говорить о компенсаторной роли фотопериода в регуляции роста макрофитов, когда при низкой температуре окружающей среды за счет увеличения фотопериода усиливается скорость роста водорослей. Экспериментальные исследования показали, что для роста большинства водорослей, обитателей Мурманского побережья Баренцева моря, оптимален фотопериод: 16 : 8 (свет : темнота). Вместе с тем, существует феномен снижения скорости роста в конце июня и в июле месяце, когда фотопериод 24 : 0 (свет : темнота). Опыты, проведенные на плантации ламинариевых водорослей показали, что выявленное торможение роста может быть связано с минимальным содержанием биогенов в морской воде по сравнению с весенним периодом – временем интенсивного роста макрофитов. Добавление азотных и фосфорных удобрений в окружающую среду в июле месяце вызвало усиление скорости роста водорослей. Выявленный факт позволяет ликвидировать депрессивный период в жизни водорослей при выращивании их на плантации.

Работами сотрудников лаборатории альгологии ММБИ Г. М. Воскобойниковым, М. В. Макаровым и И. В. Рыжик был раскрыт феномен переживания водорослей-макрофитов в условиях полярной ночи на Мурманском побережье Баренцева моря. Выяснилось, что даже в декабре месяце, интенсивности света 3 Вт/м^2 в течение 3–4 часа в сутки является достаточным для фотосинтеза. Изотопным методом показано его наличие у водорослей в зимний период, хотя кислородным методом он не регистрировался [Быков, 2003]. Однако, и на широте Шпицбергена, где продолжительность полярной ночи около 4 месяцев, водоросли не теряли жизнеспособности. Сотрудниками Полярного геофизического института РАН (личное сообщение к. т. н. В. К. Ролдугина) выяснилось, что падающий на поверхность воды рассеянный лунный свет доступен для водорослей, обеспечивает минимальный фотосинтез и, соответственно, жизнеспособность. Можно предположить, что механизм перестройки фотосинтетического аппарата у водорослей в полярную ночь на Мурманском побережье и в Грен-фьорде аналогичен адаптации к затенению, описанной у большой группы макроводорослей и названному «ульва-типом» адаптации [Титлянов и др., 1987]. Эксперименты по влиянию полной темноты, проведенные на побережье губы Зеленецкой с использованием светонепроницаемого контейнера и на защищенном от проникновения лунного света полигоне в Грен-фьорде, показали, что несмотря на определенное угнетение растений, из-за уменьшения водообмена в контейнере ряд водорослей: *Saccharina latissima*, *Fucus vesiculosus*, *Palmaria palmata* способны более 3 мес. находиться в темноте без признаков повреждения. Ламинариевые и фукусовые водоросли после переживания полярной ночи в условиях эксперимента в полной темноте, и пересадки на свет проявляли ростовую активность. Выяснилось, что у *S. latissima* при длительном отсутствии освещения (пребывание в контейнере до 60 сут.) клетки фототрофного слоя остаются в интактном состоянии. При отсутствии освещения сохранение зоны роста происходило за счет ближнего транспорта запасных веществ из гетеротрофных слоев клеток центральной части и дальнего транспорта ассимилятов от разрушающихся клеток волана и дистальной части пластины. По-видимому,

данный механизм позволяет запускать ростовые процессы в период полярной ночи. У фукусовых водорослей зона роста апикальная, и они не могут подобно ламинариевым водорослям активно использовать органические вещества, образующиеся при автолизе таллома. Однако даже через 6 мес. нахождения водорослей в темноте, в большом числе клеток фотосинтетический аппарат сохраняется в интактном состоянии, количество и соотношение фотосинтетических пигментов остаются неизменными. Интенсивность фотосинтеза и дыхания меняется незначительно, уровень фотосинтеза в 6–8 раз выше, чем дыхания.

На внешней стороне корового слоя водорослей наблюдается скопление бактерий, а в отдельных образцах бактерии обнаруживаются и в межклеточниках. В цитоплазме клеток отмечается уменьшение размеров и снижение электронной плотности гранул полисахаридной природы, увеличение удельной доли митохондрий и крист в митохондриях. При более длительном нахождении в условиях «экспериментальной» темноты (до 9 мес.) большое число бактерий обнаруживается уже в межклеточниках *F. vesiculosus* и внутри клеток, что, по-видимому, связано с наблюдаемыми литическими процессами. Лишь отдельные фрагменты таллома выглядят неповрежденными.

Можно предположить, что если на Мурманском побережье, побережье Грен-фьорда возможность существования водорослей при минимальном освещении в период полярной ночи обеспечивается адаптацией фотосинтетического аппарата к низкому уровню освещения, то переживание при полной темноте осуществляется за счет потребления запасных веществ, продуктов автолиза таллома и внешних растворенных органических веществ [Schoschina et al., 1996; Voskoboynikov et al., 1996; Тропин и Макаров, 2004; Хайлов и Фирсов, 1976; Luning, 1990]. Способность фукоидов при длительном отсутствии освещения сохранять тканевые и клеточные структуры без признаков деградации свидетельствует о возможности их перехода с фотоавтотрофного на гетеротрофный способ питания.

Температура

Общеизвестно, что температура является одним из основных факторов, определяющих биогеографические границы произрастания водорослей [Воскобойников, 1980; Lüning, 1984; Hoek et al., 1995; Перестенко, 1998; Cambridge et al., 1990]. Макрофиты Баренцева моря демонстрируют значительное различие в устойчивости не только к отрицательным, но и к положительным температурам. Нами показано, что у двух близких по систематической принадлежности, строению таллома и местам произрастания видов зеленых водорослей *Cladophora rupestris* и *Acrosiphonia arcta* температурные оптимумы роста и границы устойчивости к положительным температурам оказываются совершенно разными. У *A. arcta* максимальная скорость роста наблюдается при температуре +8–10 °С, а температура +18–20 °С вызывает гибель. У *C. rupestris* скорость роста максимальна при 20–22 °С, погибают они при 30 °С. Объяснение этому феномену лежит в происхождении водорослей: у *A. arcta* – арктическое происхождение, а у *C. rupestris* – тропическое. Полученные данные позволили сделать вывод о генетической закрепленности температурной толерантности водорослей. Механизмы их тепло- и, что особенно актуально для северных морей, холодоустойчивости до настоящего времени не ясны.

Результаты наших наблюдений показывают, что для большинства водорослей Баренцева моря оптимальная температура для вегетативного роста 10–15 °С, реже 5–10 °С, для единичных видов 20–22 °С. Среди них имеются эвритермные виды, приспособленные к значительным колебаниям температур, к которым относится большинство литоральных водорослей, и стенотермные, способные существовать в узком температурном диапазоне. Температура воздуха на побережье Баренцева моря, которую испытывают в период отливов литоральные

ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

водоросли, зимой может опускаться до -25°C , а летом достигать $+25^{\circ}\text{C}$. Самая низкая температура воды (до $-1,5^{\circ}\text{C}$) отмечается в феврале–марте. Максимальная температура у поверхности воды в губах Баренцева моря достигает 12°C в сентябре месяце, а на глубине 10 м не поднимается выше 5°C .

Проведенные нами исследования показали, что водоросли Баренцева моря способны в течение месяца существовать при температуре $-1,5^{\circ}\text{C}$. Первые повреждения у *Phycodris rubens* и *S. latissima* отмечались при $-2,0^{\circ}\text{C}$, однако часть из них была обратима. У сублиторальных водорослей образование кристаллов внутри клетки начинается при температуре ниже $-1,8^{\circ}\text{C}$ (температура замерзания морской воды). Наибольшая устойчивость к низким температурам обнаружена у *F. vesiculosus*: необратимые повреждения начинали проявляться при температуре -20°C . У водорослей *P. palmata* и *Porphyra umbilicalis* при температуре -20°C лишь единичные фрагменты сохраняли жизнеспособность.

Возможно, что устойчивость водорослей к замерзанию является следствием синтеза и накопления ими криопротекторов (глицерин, пролин, маннит, фукоидан и т.д.). Однако эта гипотеза допустима лишь для ограниченного числа видов, способных к синтезу подобных веществ. В частности, бурая водоросль *S. latissima*, содержание маннита у которой значительно выше по сравнению со многими литоральными водорослями, сильно уступает им по устойчивости к отрицательным температурам.

Экскреция литоральными фукусовыми водорослями полисахарида фукоидана способствует формированию пленки (ледяного футляра) с внешней стороны водорослей, предохраняющей макрофиты от гибели во время отливов зимой. В клетках фукоидов содержится большое количество фенольных соединений, также являющихся антифризами.

В период отливов литоральные водоросли теряют до 40–70 % воды. Не исключено, что именно способность к дегидратации без потери жизнеспособности обеспечивает сохранность тканей некоторых видов литоральных водорослей зимой. Эксперименты последних лет, выявившие наличие большого процента связанной воды в клетках фукуса пузырчатого, также свидетельствуют в пользу данного предположения. В опытах с водорослями *P. palmata* и *Porphyra* sp. показано, что понижение температуры вызывает увеличение концентрации в них полиненасыщенных жирных кислот [Хотимченко, 2003], способствующих сохранению текучести клеточных мембран. Не исключается и наличие других механизмов, способствующих переживанию литоральных водорослей в условиях холода [Гапочка, 1981; Климов, 2001].

На основании экспериментальных данных, полученных, в том числе и на установке программной заморозки, построен ряд холодоустойчивости фукусовых водорослей: *F. vesiculosus* > *F. distichus* > *F. serratus*, который совпадает с вертикальным расположением водорослей на литорали.

Исследования по устойчивости макроводорослей к отрицательным температурам стали основой при создании криобанка морских водорослей. Замороженные на установке программной заморозки апексы фукуса пузырчатого и споры *S. latissima* сохраняли жизнеспособность 1,5 года после заморозки.

Ультрафиолетовая радиация

В связи с уменьшением озонового слоя и, вследствие этого, увеличением количества ультрафиолета (UV), достигающего поверхности Земли, особое значение приобретает изучение влияния UV на различные функции живых организмов. Так как UV с длиной волн менее 280 нм (UV-C) задерживается верхними слоями атмосферы, на водоросли воздействуют две составляющие ультрафиолета: UV-A (320–400 нм) и UV-B (280–320 нм).

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

М. В. Макаровым [Макаров, 1999] была проведена серия экспериментов по определению степени влияния ультрафиолета на морфо-физиологию, репродукцию *Saccharina latissimi* = *Laminaria saccharina*. Опыты с отсечением различных частей UV-радиации при помощи избирательных фильтров показали, что скорость роста водорослей максимальна при отсутствии радиации, остается на том же уровне или немного снижается под воздействием UV-A и заметно уменьшается под воздействием UV-B.

Виды, обитающие в нижней литорали и верхней сублиторали и имеющие пластинчатую организацию таллома, оказываются наиболее чувствительными к UV-B, что, скорее всего, связано с нарушением работы фотосинтетического и белоксинтезирующего аппаратов. Степень устойчивости разных видов к UV-B зависит от содержания экранирующих и UV-абсорбирующих пигментов, а также активности репарационных процессов [Макаров, 1999].

Облучение спорогенной ткани *S. latissima* UV-B вызывает гибель парафиз, что влечет за собой выход не только подвижных зрелых, но и незрелых спор и отрыв целых спорангиев. При высоком уровне облучения (1,2 Вт/м², что соответствует природному уровню в ясный летний день) выход спор начинался через 4 ч. после начала воздействия. Скорость оседания зооспор также напрямую зависит от интенсивности UV. UV-облучение зооспор *S. latissima* не оказывало значительного влияния на их прорастание, тогда как облучение эмбриоспор вызывало задержку или нарушение развития. Вероятная причина в том, что, в отличие от зооспор, у эмбриоспор белоксинтезирующий аппарат находится в активном состоянии.

Проведенные исследования показали, что ультрафиолетовая радиация является фактором, оказывающим значительное воздействие на репродукцию водорослей и процессы восстановления природных зарослей.

Соленость

В заливах Баренцева моря, особенно в кутковых частях зачастую наблюдается распреснение, что связано с впадением пресноводных стоков. С. В. Малавенда с коллегами (ММБИ РАН) было проведено исследование диапазона толерантности к распреснению у промысловых видов водорослей Мурмана и составлен ряд устойчивости видов к данному фактору: *F. vesiculosus* > *Fucus distichus* > *Ascophyllum nodosum* > *F. serratus* > *S. latissima*. Хорошо выдерживает распреснение до 2,5 ‰ *F. vesiculosus*, а *S. latissima* погибает при 17 ‰. *A. nodosum*, *F. distichus* и *F. serratus* занимают промежуточное место по уровню резистентности. Выявлено, что физиологический оптимум солености *F. vesiculosus* из местообитаний Баренцева моря с постоянной морской соленостью воды составляет 25,5 – 34 ‰, а из солоноватоводных – 17 ‰, то есть для данного вида доказаны наибольшие адаптивные возможности.

Водоросли-макрофиты в биоремедиации прибрежных акваторий

В последние годы большое внимание морских экологов уделяется проблеме нефтяного загрязнения прибрежных акваторий. Особенно остро эта проблема стоит в арктических морях, в связи с увеличением добычи нефти и газоконденсата на шельфе, возрастанием грузоперевозок и строительством на побережье предприятий по переработке, перегрузке углеводородного сырья. Из-за низких температур, почти трех месяцев полярной ночи процесс биодеструкции нефтепродуктов (НП), попадающих в морскую воду замедлен.

Исследованиями последних лет сотрудниками ММБИ РАН было продемонстрировано возможное участие в биоремедиации от НП водорослей-макрофитов (ВМ), обитателей литорали и сублиторали. Впервые для большой группы ВМ (14 видов), обитателей литорали и сублиторали Баренцева моря, различающихся по морфологии и систематической

ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

принадлежности, был определен диапазон толерантности к воздействию сырой нефти и дизельного топлива (ДТ). Установлено, что наиболее устойчивыми являются бурые водоросли, среди которых наиболее широкий диапазон толерантности к НП у фукусовых, а наименьший у ламинариевых. Малые концентрации ДТ (до 20 ПДК) не оказывают повреждающего действия на большинство представителей макрофитобентоса, а при небольшой продолжительности воздействия (3 суток) могут даже стимулировать усиление фотосинтеза. По-видимому, причиной сохранения жизнеспособности у исследованных видов при содержании ДТ в воде 20 ПДК, является их постоянное обитание в морской среде при среднем фоновом содержании НП 4 ПДК. Предполагается, что основным фактором участия макроводорослей в биоремедиации является возможность образовывать симбиотические ассоциации с углеводородокисляющими микроорганизмами. Впервые представлена доказательная база, подтверждающая способность морских водорослей-макрофитов, различающихся по строению и систематической принадлежности, к сорбции и деструкции нефтепродуктов, что обуславливает их значимую роль в очистке прибрежных акваторий от нефтяного загрязнения, создает основу для санитарной аквакультуры.

Впервые на примере Кольского залива Баренцева моря выполнены расчеты вклада фукусовых водорослей в очистку конкретных акваторий от дизельного топлива. Показано, что имеющиеся в заливе фукоиды (4720 тонн сырой массы) могут сорбировать и преобразовать около 850 кг ДТ за 5 суток. Включение в расчеты данных о способности к нейтрализации ДТ у других представителей фитобентоса залива может значительно увеличить роль водорослей-макрофитов в очистке акватории залива, других губ Мурманского побережья от НП.

Были разработаны, апробированы и запатентованы технологии санитарных водорослевых плантаций (СВП) для профилактической и финишной очистки прибрежных акваторий от нефтепродуктов. В основе плантации два горизонта: верхний – горизонтальный канат с вплетенными фукусовыми водорослями, очищающий от НП поверхностный слой воды и вертикальный канат с вплетенными ламинариевыми водорослями, очищающими слои воды до глубины 15–20 метров. Разработаны технологии, позволяющие транспортировать элементы плантации, на большие расстояния, технологии, позволяющие осуществлять экспресс-постановку. Расчеты показали, что 1 гектар санитарной водорослевой плантации способен нейтрализовать за 10 дней более 300 кг нефтепродуктов. Технологии СВП прошли успешную апробацию в акватории СРЗ «Нерпа» (губа Оленья), акватории Беломорской нефтебазы (Кандалакшская губа), акватории Мурманской нефтебазы (Кольский залив).

Необходимо отметить, что при проведении исследований роли водорослей-макрофитов в биоремедиации прибрежных акваторий от нефтепродуктов были использованы наряду с рутинными методами гидробиологии методы микробиологии, молекулярной биологии, электронной микроскопии, хроматомасс-спектрометрии, физиологии и биохимии растений. К выполнению аналитических исследований были привлечены ведущие специалисты в данных областях.

Заключение

В последние годы в лаборатории альгологии ММБИ на основании многолетних наблюдений за ростом и адаптивными реакциями у водорослей и за рубежом дискутируется вопрос наличия эндогенной и экзогенной регуляции роста, репродукции. Складывается представление о наличии у ряда видов водорослей, преимущественно многолетних, обоих типов регуляции. По-видимому, эндогенной регуляцией роста объясняется существование сходной сезонной динамики роста у водорослей из различных по широте мест обитания, выявленное снижение скорости роста и накопление запасных веществ в летне-осенний период

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

у ряда водорослей, сохранение структуры фотосинтетического аппарата в период полярной ночи. Вместе с тем, несомненно, и наличие возможности экзогенной регуляции жизненных процессов у водорослей. Достаточно привести примеры по влиянию фотопериода, когда увеличение фотопериода влекло за собой увеличение скорости роста, и ингибирующего развития водорослей, стимуляция спорогенеза под влиянием ультрафиолета, нефтепродуктов.

В представленном сообщении только затронуты и обозначены проблемы стоящие перед флористами, морфофизиологами – исследователями водорослей Арктики. Несмотря на многолетнее изучение механизмов адаптации и регуляции роста водорослей уровень наших знаний, к сожалению, по-прежнему, находится в эмбриональном состоянии. И здесь мне хочется вспомнить слова академика А. Л. Курсанова, сравнившего проблему регуляции функций растений с горной вершиной, которую предстоит покорить и только у подножия которой находятся исследователи.

Список источников

Быков О. Д. Фотосинтез и темновая фиксация CO₂ литоральных макроводорослей Баренцева моря в условиях полярной ночи // Бот. журн., 2003, Т. 88, № 12, С. 68–73.

Воскобойников Г. М. Морфофункциональные изменения одноклеточной водоросли *Euglena gracilis* Klebs при длительном содержании в темноте на минеральной среде: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1980. 22 с.

Гапочка Л. Д. Об адаптации водорослей. М.: изд. МГУ, 1981. 80 с.

Климов С. В. Пути адаптации растений к низким температурам // Успехи современ. биол., 2001, Т. 121, № 1, С. 3–22.

Макаров М. В. Влияние ультрафиолетовой радиации на рост и размножение доминантных видов водорослей-макрофитов Баренцева моря: автореф. дис. канд. биол. наук. СПб., 1999. 22 с.

Перестенко Л. П. О происхождении и эволюции ламинариевых водорослей (Laminariales, Phaeophyta) // Бот. журн., 1998, № 5, С. 1–11.

Тутлянов Э. А., Колмаков П. В., Лелеткин В. А., Воскобойников Г. М. Новый тип адаптации водных растений к свету // Биология моря, 1987, № 2, С. 48–57.

Тропин И. В., Макаров М. В. Фотосинтетический аппарат представителей Fucales (Phaeophyta) Баренцева моря после полярной ночи // Альгология, 2004, Т. 14, № 4, С. 393–401.

Хайлов К. М., Фирсов Ю. К. Фотосинтез и органотрофия морских макрофитов как функция индивидуального веса их талломов // Биология моря, 1976, № 6, С. 47–51.

Хотимченко С. В. Липиды морских водорослей-макрофитов и трав: структура, распределение, анализ. Владивосток: Дальнаука, 2003. 234 с.

Cambridge M. L., Breeman A. M., Hoek van den C. Temperature limits at the distribution boundaries of four tropical to temperate species of *Cladophora* (Cladophorales: Chlorophyta) in the North Atlantic ocean // Aquatic Bot. 1990, Vol. 38, № 2–3. P. 135–151.

Hoek C. van den, Mann D. G., Jans H. M. Algae. An introduction to phycology. Cambridge: University Press, 1995. 614 p.

Luning K. Seaweeds, their environment, biogeography, and ecophysiology. John Wiley, New York, 1990. 527 p.

Luning K. Temperature tolerance and biogeography of seaweeds: The marine algal flora of Helgoland (North Sea) as an example // Helgoland Marine Research, 1984, Vol. 38, № 2, P. 305–317.

Schoschina E.V., Makarov V.N., Voskoboinikov G.M., Hoek van den C. Growth and reproductive phenology of nine intertidal algae on the Murman coast of the Barents Sea // Bot. Mar. 1996, Vol. 39, P. 83–93.

Voskoboinikov G. M., Breeman A. V., Hoek van den C., Makarov V. N., Shoshina E. V. Influence of temperature and photoperiod on survival and growth of north east Atlantic isolates of *Phycodrys rubens* (Rhodophyta) from different latitudes // Bot. Mar., 1996, Vol. 39, P. 341–346.

ПЛЕНАРНЫЙ ДОКЛАД

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 9–18.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 9–18.

References

Bykov O. D. Fotosintez i temnovaja fiksacija SO₂ litoral'nyh makrovodoroslej Barenceva morja v uslovijah poljarnoj nochi // *Bot. zhurn.* 2003, T. 88, № 12, pp. 68–73. (In Russ.).

Cambridge M. L., Breeman A. M., Hoek van den C. Temperature limits at the distribution boundaries of four tropical to temperate species of *Cladophora* (Cladophorales: Chlorophyta) in the North Atlantic ocean // *Aquatic Bot.*, 1990, Vol. 38, № 2–3, pp. 135–151.

Gapochka L. D. Ob adaptacii vodoroslej. Moscow: izd. MGU, 1981. 80 p.

Hajlov K. M., Firsov Ju. K. Fotosintez i organotrofija morskih makrofitov kak funkcija individual'nogo vesa ih tallomov // *Biologija morja*, 1976, № 6, P. 47–51. (In Russ.).

Hoek C. van den, Mann D. G., Jans H. M. Algae. An introduction to phycology. Cambridge: University Press, 1995. 614 p.

Hotimchenko S. V. Lipidy morskih vodoroslej-makrofitov i trav: struktura, raspredelenie, analiz. Vladivostok: Dal'nauka, 2003. 234 p. (In Russ.).

Klimov S. V. Puti adaptacii rastenij k nizkim temperaturam // *Uspehi sovremen. biol.*, 2001, T. 121, № 1, pp. 3–22. (In Russ.).

Luning K. Seaweeds, their environment, biogeography, and ecophysiology. John Wiley, New York, 1990. 527 p.

Luning K. Temperature tolerance and biogeography of seaweeds: The marine algal flora of Helgoland (North Sea) as an example // *Helgoland Marine Research*, 1984, Vol. 38, № 2, pp. 305–317.

Makarov M. V. Vlijanie ul'trafioletovoj radiacii na rost i razmnozhenie dominantnyh vidov vodoroslej-makrofitov Barenceva morja: avtoref. dis. kand. biol. nauk. St. Peterburg, 1999. 22 p. (In Russ.).

Perestenko L. P. O proishozhdenii i jevoljucii laminarijevnyh vodoroslej (Laminariales, Phaeophyta) // *Bot. zhurn.*, 1998, № 5, pp. 1–11. (In Russ.).

Schoschina E. V., Makarov V. N., Voskoboynikov G. M., Hoek van den C. Growth and reproductive phenology of nine intertidal algae on the Murman coast of the Barents Sea // *Bot. Mar.* 1996, Vol. 39, pp. 83–93.

Titljanov Je. A., Kolmakov P. V., Leletkin V. A., Voskoboynikov G. M. Novyj tip adaptacii vodnyh rastenij k svetu // *Biologija morja*, 1987, № 2, pp. 48–57. (In Russ.).

Tropin I. V., Makarov M. V. Fotosinteticheskiy apparat predstavitelej Fucales (Phaeophyta) Barenceva morja posle poljarnoj nochi // *Al'gologija*, 2004, T. 14, № 4, pp. 393–401. (In Russ.).

Voskoboynikov G. M., Breeman A. V., Hoek van den C., Makarov V. N., Shoshina E. V. Influence of temperature and photoperiod on survival and growth of north east Atlantic isolates of *Phycodrys rubens* (Rhodophyta) from different latitudes // *Bot. Mar.*, 1996, Vol. 39, pp. 341–346.

Voskoboynikov G. M. Morfofunkcional'nye izmenenija odnokletochnoj vodorosli *Euglena gracilis* Klebs pri dlitel'nom sodержanii v temnote na mineral'noj srede: avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Leningrad, 1980. 22 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 30.11.2023; одобрена после рецензирования 01.12.2023; принята к публикации 01.12.2023.

The article was submitted 30.11.2023; approved after reviewing 01.12.2023; accepted for publication 01.12.2023

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 19–25.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 19–25.

DOI: 10.37614/978.5.91137.510.2.002

УДК 598.2 (470.21)

Д. Д. Басангова, М. Н. Харламова

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия

dbasangova78@gmail.com, mnkharlamova@yandex.ru

АВИФАУНА ГОРОДА ПОЛЯРНЫЙ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ) В 2022-2023 ГГ.

Аннотация

Выполнено исследование орнитофауны г. Полярный Мурманской области. Проведено ее сравнение с авифауной других населенных пунктов области. За период наблюдений 2022–2023 гг. было зарегистрировано 27 видов (9 – гнездящихся), относящихся к 4 отрядам и 14 семействам. Приведены материалы по гнездованию некоторых видов. Используя ГИСы, выполнен пространственный анализ приуроченности птиц к биотопам; сформирована база данных.

Ключевые слова:

городская авифауна, видовое разнообразие, Мурманская область.

D. D. Basangova, M. N. Kharlamova

FGAOU VO «Murmansk Arctic University», Murmansk, Russia

dbasangova78@gmail.com, mnkharlamova@yandex.ru

AVIFAUNA OF THE POLYARNY CITY (MURMANSK REGION) IN 2022-2023

Abstract

A study of the avifauna of the city of Polyarny, Murmansk region, was carried out. It was compared with the avifauna of other settlements. For the observation period 2022–2023. 27 species (9 nesting) belonging to 4 orders and 14 families were recorded. Materials on nesting of some species are given. Using a cartographic application, a spatial analysis of the association of birds with biotopes was carried out. The database has been formed.

Key words:

urban avifauna, species diversity, Murmansk region.

Введение

Авифауна городов и других населенных пунктов имеет свои особенности и давно привлекает исследователей своей относительной доступностью наблюдений. Во многих городах изучение обитающих в них птиц ведется не одно десятилетие, а то и столетия. Но есть закрытые административно-территориальное образования, такие, как г. Полярный, флора и фауна (орнитофауна в частности) которых остается мало изученной. Целью нашей работы было познакомиться, в первую очередь, с видовым разнообразием птиц, встречающихся в Полярном и его окрестностях. В задачи исследования также входило установление факта гнездования и проведение сравнительного анализа биоразнообразия замеченных в городе птиц с другими населенными пунктами Мурманской области.

Методы исследования

Исследования проводились в период с 12 июля 2022 г. по 12 февраля 2023 г. как на территории самого г. Полярного, так и в его окрестностях: бухта Кислая, Горячие ручьи. Использовали маршрутный метод; для привлечения птиц на маршруте устанавливали кормушки. В общей сложности было пройдено около 15,5 км. На рис. 1 представлена общая карта всех маршрутов. Для наблюдения за птицами использовался бинокль с 10-кратным увеличением; проводилась фотосъемка птиц и их гнезд. Пространственный анализ

приуроченности птиц к определенным биотопам был выполнен в среде общедоступного геоинформационного (ГИС) приложения Google Earth. Для проведения сравнения орнитофаун использовали как опубликованные данные [Атлас гнездящихся..., 2020; Гилязов, 2008; Житова, Харламова, 2019; Харламова, Ряжских, 2002; Харламова, Новиков, 2001, 2009; Харламова, Березовская, 2022], так и результаты собственных наблюдений. Русские и латинские названия птиц приведены по списку птиц Российской Федерации [Коблик и др., 2006].

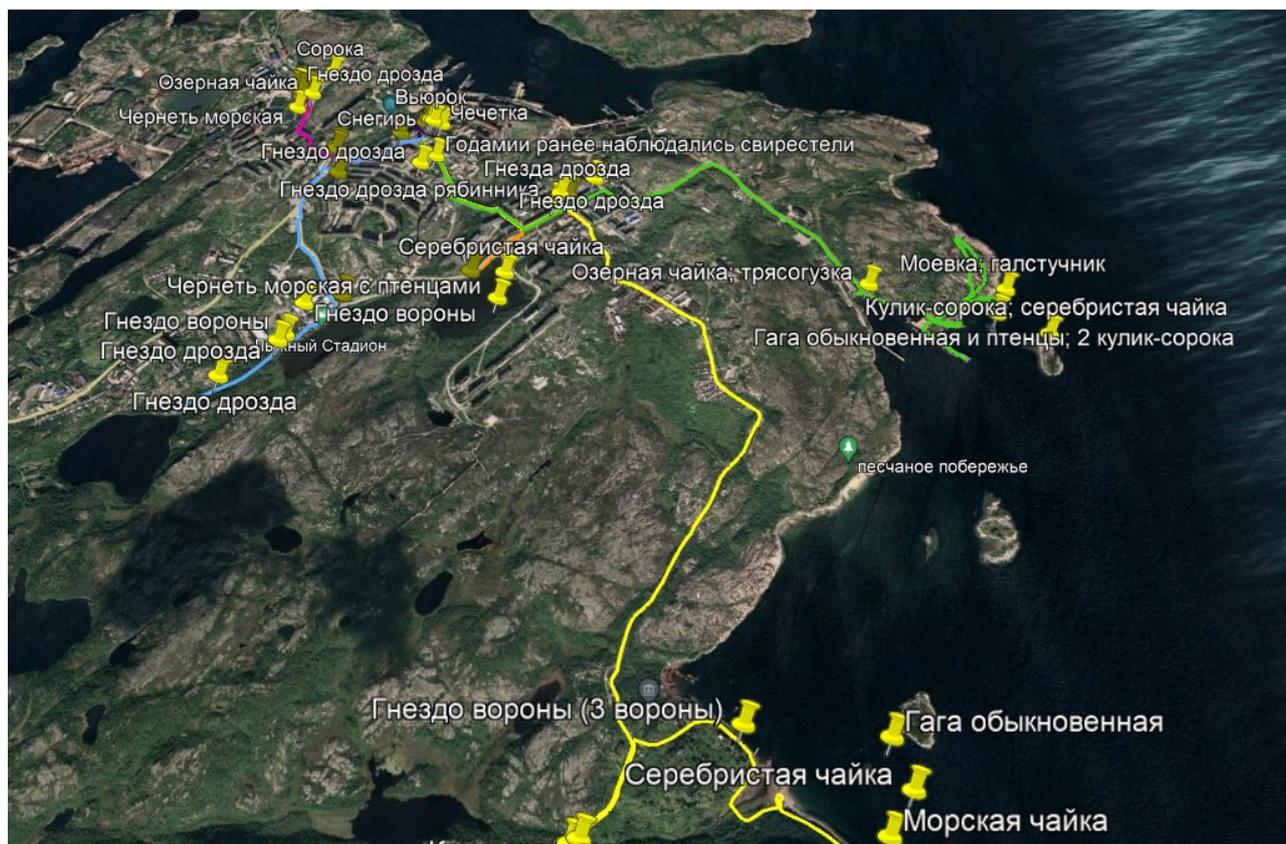


Рис. 1. Карта с маршрутами наблюдений (нанесенными метками указаны встреченные птицы и их гнезда и птенцы)

Fig. 1. A map with observation routes (the marked marks indicate the birds encountered and their nests and chicks)

Результаты и обсуждение

За весь период наблюдений было зарегистрировано 27 видов птиц, относящихся к 14 семействам и 4 отрядам (Таблица). Традиционно для всех городских авифаун самым многочисленным отрядом в г. Полярном стал отряд Passeriformes, он насчитывал 15 из 27 наблюдаемых видов и включал следующие семейства: Motacillidae (*Anthus sp.*, *Motacilla flava*, *M. alba*); Corvidae (*Pica pica*, *Corvus (corone) cornix*); Bombycillidae (*Bombycilla garrulus*); Turdidae (*Turdus pilaris*); Paridae (*Parus caeruleus*, *P. major*); Passeridae (*Passer domesticus*, *P. montanus*); Fringillidae (*Fringilla montifringilla*, *Chloris chloris*, *Acanthis flammea*, *Pyrrhula pyrrhula*). Лимнофильная орнитофауна была представлена характерными для нашей области видами двух отрядов Charadriiformes (7 видов) и Anseriformes (3 вида). Все гусеобразные относились к 1 семейству Anatidae (*Anas platyrhynchos*, *Aythya marila*, *Somateria mollissima*). Ржанкообразные были более разнообразны и включали следующие семейства и виды:

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 19–25.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 19–25.

Charadriidae (*Charadrius hiaticula*), Haematopodidae (*Haematopus ostralegus*), Scolopacidae (*Philomachus pugnax*), Laridae (*Larus ridibundus*, *L. argentatus*, *L. marinus*, *Rissa tridactyla*). Отряды Columbiformes и Piciformes были по 1 семейству и 1 виду каждый: Columbidae (*Columba livia*); Picidae (*Dendrocopos major*).

Моевка – характерный вид побережья и островов Мурманской области – но в наших городах стала встречаться относительно недавно. В г. Мурманске она начала активно гнездиться в 2020–2021 гг., устраивая свои «базары» на заброшенных зданиях рыбного порта, плавучих доках, ледоколе «Ленин» и др. В частности, на последнем уже третий год подряд моевки устраивают небольшой «базар» из 14–16 взрослых птиц на якорях ледокола и выводят птенцов (рис. 2). В г. Полярном также наблюдали моевок, но факт ее гнездования не установлен.



Рис. 2. Гнездовая колония моевок на якорях ледокола «Ленин» в Мурманске

Fig. 2. Nesting colony of black-legged kittiwake at the anchors of the Lenin icebreaker in Murmansk

При сравнении разнообразия птиц г. Полярного с биоразнообразием авифаун городов Мурманск, Североморск, Мончегорск и п.г.т. Умба было отмечено, что более половины встреченных видов – общие для всех населенных пунктов области. Это синантропные, склонные к синантропизации виды: сизый голубь, домовый воробей, большая синица, рябинник, белая трясогузка, серебристая чайка, кряква и др. (см. табл.).

В ходе исследований было обнаружено 18 гнезд. Одно гнездо принадлежало домовому воробью. Находилось оно под окном жилого дома в образовавшейся щели. Такой выбор места гнездования характерен для воробьев, и не является чем-то необычным. Так же были обнаружены в городских лесопарках на крупных березах 5 гнезд серой вороны; самое низкорасположенное гнездо было на высоте 7 м от земли, остальные гнезда располагались выше, 11–12 м от земли. Большинство (12) обнаруженных в 2022 г. гнезд – это гнезда рябинника (рис. 3). Рябинник гнезился в парках и на улицах г. Полярного. В многочисленных местах его гнезда располагались на высоте 8–10 м. И только 1 из наблюдаемых гнезд находилось относительно низко, на высоте 2,5 м. Оно было свито под фонарем между арматурой и проводами. Интересным фактом является то, что из 12 гнезд 6 размещались на различных постройках: под окном жилого дома, на скворечнике и др. Обычно такое гнездование у дроздов составляет всего 1–2 % от общего числа гнезд [Харламова, Матвиенко, 2008], но в нашем случае – 50 %. Довольно необычными в плане размещения были еще 2 гнезда рябинника: они были на уличных фонарях (рис. 3), ничего подобного мы до этого не наблюдали. При этом все три «фонарных» гнезда находились на одной улице у двух соседних домов, т.е. это была одна гнездовая колония дроздов.

Секция «БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА»

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 19–25.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 19–25.

Таблица. Встречаемость и видовое разнообразие птиц некоторых населенных пунктов Мурманской области (по нашим и опубликованным данным)

Table. Occurrence and species diversity of birds in some localities of the Murmansk region (according to our and published data)

№	Виды птиц	Полярный	Североморск	Умба	Мурманск	Мончегорск
1	Кряква	+	+	+	+	+
2	Морская чернеть	+	+	-	+	-
3	Обыкновенная гага	+	+	-	+	-
4	Галстучник	+	+	-	+	-
5	Кулик-сорока	+	+	+	+	-
6	Турухтан	+	+	-	+	+
7	Озерная чайка	+	+	+	+	+
8	Серебристая чайка	+	+	+	+	+
9	Морская чайка	+	+	-	+	+
10	Моевка	+	+	-	+	-
11	Сизый голубь	+	+	+	+	+
12	Большой пестрый дятел	+	-	+	+	+
13	Конек sp.	+	-	+	+	+
14	Желтая трясогузка	+	-	-	+	-
15	Белая трясогузка	+	+	+	+	+
16	Сорока	+	+	+	+	+
17	Серая ворона	+	+	+	+	+
18	Свиристель	+	+	+	+	+
19	Рябинник	+	+	+	+	+
20	Лазоревка	+	-	-	+	-
21	Большая синица	+	+	+	+	+
22	Домовый воробей	+	+	+	+	+
23	Полевой воробей	+	-	-	-	-
24	Юрок (вьюрок)	+	+	+	+	+
25	Обыкновенная зеленушка	+	-	+	+	-
26	Обыкновенная чечетка	+	+	+	+	+
27	Обыкновенный снегирь	+	+	+	+	+

Летом 2022 г. в Полярном было отмечено также гнездование турухтана, серебристой и озерной чаек, кряквы, морской чернети, гаги обыкновенной (гнезд обнаружено не было, но были встречены птенцы). Например, у чернети пуховичков наблюдали 11 августа 2022 г.

В программе Google Earth была осуществлена картографическая привязка расположения гнезд на местности, указаны пройденные маршруты, места встреч птиц, размещены фотографии птиц и гнезд, сделаны описания (рис. 1, 4).

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 19–25.
 Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 19–25.



Рис. 3. Дрозд-рябинник и его гнезда летом 2022 г. в Полярном
 Fig. 3. The fieldfare thrush and its nests in the summer of 2022 in the Polyarny city



Рис. 4. Фрагмент карты с одним из маршрутов наблюдений и фотография встреченного самца кряквы
 Fig. 4. A fragment of a map with one of the observation routes and a photo of a male mallard encountered

Выводы

По итогам проведенного исследования были сделаны следующие выводы:

1. Определено, что авифауна г. Полярного представлена 27 видами птиц, относящиеся к 14 семействам.
2. Обнаружено 18 гнезд, установлено гнездование 9 видов (домового воробья, рябинника, серой вороны, турухтана, серебристой и озерной чаек, морской чернети, кряквы, гаги обыкновенной).
3. Составлены все пройденные маршруты с помощью программы Google Earth, где отмечены расположения птиц и гнезд на местности, размещены фото с описанием.
4. Произведен сравнительный анализ авифауны Полярного с другими населенными пунктами Мурманской области, из которого следует, что более половины встреченных видов – общие для всех городов области. Это синантропные виды или склонные к синантропизации.

Список источников

- Атлас гнездящихся птиц европейской части России. 2020* / ред.-сост. М. В. Калякин, О. В. Волцит. М.: Фитон XXI, 2020. 908 с.
- Гилязов А. С.* Орнитофауна города Мончегорска: изменения за 1998–2008 гг. // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения: Матер. всеросс. конф. (14–16 октября 2008 г., Апатиты). Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2008. Ч. 1. С. 59–63.
- Житова Р. В., Харламова М. Н.* Зимняя орнитофауна поселка Умба (Мурманская область). Русский орнитологический журнал. 2019. Т. 28, № 1822. С. 4335–4339.
- Коблик Е. А., Редькин Я. А., Архипов В. Ю.* Список птиц Российской Федерации. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 256 с.
- Харламова М. Н., Березовская А. А.* Современное состояние орнитофауны города Североморска // Арктические экосистемы: сохранение и устойчивое развитие: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Мурманск, 9 декабря 2021 г. Мурманск: МАГУ, 2022. С. 144–148.
- Харламова М. Н., Матвиенко О. С.* Особенности гнездования дроздов в г. Мурманске // Флора и фауна северных городов: Сборник статей межд. научно-практич. конф. (24–26 апреля 2008 г., г. Мурманск) / Науч. ред. М. Ю. Меньшакова. Мурманск: МГПУ, 2008. С. 121–127.
- Харламова М. Н., Новиков М. А.* Авифауна г. Мурманска // Флора и фауна городов Мурманской области и Северной Норвегии: Межв. сборник научных статей. Мурманск: МГПУ, 2009. С. 92–102.
- Харламова М. Н., Новиков М. А.* Орнитофауна города Мурманска и его окрестностей // Биоразнообразие Европейского Севера (теоретические основы изучения, социально-правовые аспекты использования и охраны): Тез. докл. межд. конф. Петрозаводск, 2001. С. 184–185.
- Харламова М. Н., Ряжских О. Л.* Комплексные экологические исследования в рамках практики студентов на примере экосистемы Планерного поля г. Мурманска // Ученые записки МГПИ. Биологические и географические науки. Мурманск: МГПИ, 2002. Вып. 1. С. 74–78.

References

- Atlas of the Breeding Birds of European Part of Russia. 2020.* M. V. Kalyakin & O. V. Votzit (eds.). Moscow, «Fiton XXI». 908 p. (In Russ.)
- Gilyazov A. S.* Ornitofauna goroda Monchegorska: izmeneniya za 1998-2008 gg. [Avifauna of the Monchegorsk city: changes for the years 1998-2008] // *Ekologicheskie problemy severnykh regionov i puti ikh resheniya: Mater vseross. konf. [Proceedings of the vseross. conference «Environmental problems of the northern regions and to solve them»]* (14–16 October 2008, Apatity). Apatity: Publ. KNC RAN, 2008. Part 1. pp. 59–63. (In Russ.)
- Kharlamova M. N., Berezovskaya A. A.* The current state of the avifauna of the Severomorsk city // *Arkticheskie ekosistemy: sohranenie i ustojchivoe razvitie: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, Murmansk, 9 dekabrya 2021 goda [Proceedings of the vseross. scientific-practical conference with international participation «Arctic ecosystems conservation and sustainable development»]*. Murmansk: MAGU, 2022. pp. 144–148. (In Russ.)
- Kharlamova M. N., Matvienko O. S.* Osobennosti gnezdvaniya drozdov v g. Murmanske [Features of blackbird nesting in the Murmansk city] // *Flora i fauna severnykh gorodov: Sbornik statej mezhd. nauchno-praktich. konf. [Collection of articles international scientific-practical conference «Flora and fauna northern cities»]* (24–26 April 2008, Murmansk) / Nauch. red. M.Yu. Men'shakova. Murmansk: MGPU, 2008. pp. 121–127. (In Russ.)
- Kharlamova M. N., Novikov M. A.* Avifauna of the Murmansk city // *Flora i fauna gorodov Murmanskoj oblasti i Severnoj Norvegii: Mezhev. sbornik nauchnykh statej [Interdepartmental collection of scientific articles «Flora and fauna of the cities of the Murmansk region and northern Norway»]*. Murmansk: MGPU, 2009. pp. 92–102. (In Russ.)
- Kharlamova M. N., Novikov M. A.* Ornithologic fauna of Murmansk and its surroundings // *Bioraznoobrazie Evropejskogo Severa: teoreticheskie osnovy izucheniya, social'no-pravovye aspekty ispol'zovaniya i*

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 19–25.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 19–25.

охраны: Тез. докл. междунар. конф. [Abstracts of international conference «Biodiversity of the European North: theoretical foundations of the study, socio-legal aspects of use and protection»]. Petrozavodsk, 2001. pp. 184–185. (In Russ.)

Kharlamova M. N., Ryazhskikh O. L. Kompleksnye ekologicheskie issledovaniya v ramkakh praktiki studentov na primere ekosistemy Planernogo polya g. Murmanska // Uchenye zapiski MGPI. Biologicheskie i geograficheskie nauki. Murmansk: MGPI, 2002. Вып. 1. pp. 74–78. (In Russ.)

Koblik E. A., Red'kin Ya. A., Arkhipov V. Yu. Checklist of the Birds of Russian Federation. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 2006. 256 p. (In Russ.)

Zhitova R. V., Kharlamova M. N. Winter avifauna of the Uмба (Murmansk oblast). Russkij ornitologicheskij zhurnal [Russian ornithological journal], 2019. Vol. 28, No 1822. pp. 4335–4339. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 08.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 08.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

В. О. Темчура, А. Д. Попова

ГАНОУ МО «ЦО «Лапландия», г. Мурманск, Россия

ФГБОУ ВО «МАГУ», г. Мурманск, Россия

vegatemchura@mail.ru, anna28242000@rambler.ru

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИЗУЧЕНИЕ ИЗОЛЯТОВ АЗОТФИКСИРУЮЩИХ ПОЧВЕННЫХ БАКТЕРИЙ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ, ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО БИОУДОБРЕНИЯ

Аннотация

В работе исследовались свойства почвенных бактерий Мурманской области, которые потенциально могут способствовать росту растений. В ходе исследования из образцов почвы, отобранных в районе пгт. Молочный и г. Апатиты, было получено 60 изолятов почвенных бактерий. При изучении свойств анализируемых бактерий было установлено, что способны фиксировать азот – 47 штаммов, окислять аммиак до нитритов и нитратов – 21 штамм, солюбилизировать фосфор – 12 штаммов, солюбилизировать калий – 2 штамма. Было выбрано 10 штаммов, которые будут использованы для создания комплексного биоудобрения.

Ключевые слова:

Мурманская область, азотфиксирующие бактерии, биоудобрение.

V. O. Temchura, A. D. Popova

SANEF MR «CE Laplandiya», Murmansk, Russia

FGAOU VO «Murmansk Arctic University», Murmansk, Russia

vegatemchura@mail.ru, anna28242000@rambler.ru

ISOLATION AND STUDY OF ISOLATES OF NITROGEN-FIXING SOIL BACTERIA OF THE MURMANSK REGION, PROMISING FOR THE CREATION OF A COMPLEX BIOFERTILIZER

Abstract

The properties of soil bacteria of the Murmansk region, which can potentially promote plant growth, were investigated in this work. During the study, 60 isolates of soil bacteria were obtained from soil samples collected in the area from Molochny settlement and Apatity city. When studying the properties of the analyzed bacteria, it was found that they are able to fix nitrogen – 47 strains, oxidize ammonia to nitrite and nitrate – 21 strains, solubilize phosphorus – 12 strains, solubilize potassium – 2 strains. 10 strains were selected that will be used to create a complex biofertilizer.

Keywords:

Murmansk region, nitrogen-fixing bacteria, biofertilizer.

Введение

В Мурманской области в связи с климатическими особенностями почвенная микрофлора очень бедная, и ее метаболическая активность низкая. Вследствие этого на данной территории почвы малоплодородные. Поэтому для выращивания сельскохозяйственных культур необходимо вносить удобрения. Особое значение имеют препараты, созданные на основе микроорганизмов. Такие препараты положительно влияют на повышение продуктивности растений и качество урожая, улучшают плодородие почв и снижают химическую нагрузку на окружающую среду. В настоящее время разработано большое количество биопрепаратов, выполняющих различные функции, например, улучшают фосфорное и азотное питание растений, защищают от фитопатогенов, повышают урожайность. Однако изучение новых

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 26–31.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 26–31.

высокоэффективных штаммов микроорганизмов остается актуальной задачей для получения новых микробиологических препаратов.

Материал и методы исследования

Выделение почвенных микроорганизмов проводили путем высева почвенной суспензии определенных разведений методом глубинного посева, методом Дригальского и методом комочков обрастания на элективные питательные среды. Для симбиотических и ассоциативных азотфиксаторов производили посев на бобовый агар, свободноживущих азотфиксаторов – на среду Эшби. Инкубация производилась при температуре 26 °С.

Идентификацию бактерий, культивированных на бобовом агаре и среде Эшби, проводили по культуральным, морфологическим и физиолого-биохимическим признакам [Определитель ..., 1997].

Агрохимический анализ почв Мурманской области показывает повышенное содержание подвижного фосфора, но низкое содержание азота и подвижных форм калия [Нестерик и др, 2018]. В связи с этим в данном исследовании изучались свойства бактерий переводить данные химические элементы в доступные для растений формы.

Изучение свойств бактерий, важных для роста и развития растений, изучались путем высева бактериальных колоний на специальные синтетические среды. Для изучения способности фиксировать азот использовалась среда Эшби, способности окислять аммиак до нитритов и нитратов – среда Виноградского, способности солюбилизировать фосфор – модифицированная среда Пиковской и среда для солюбилизаторов калия. Свойства бактерий выполнять данные функции определялись визуально.

Результаты

В ходе проведенного исследования нами было выведено в чистую культуру и проанализировано 60 штаммов бактерий, выделенных из почв Мурманской области, клубеньков бобовых растений. Колонии отличались по скорости роста на питательных средах, по характеристикам колоний и морфологии клеток (рис. 1–14).

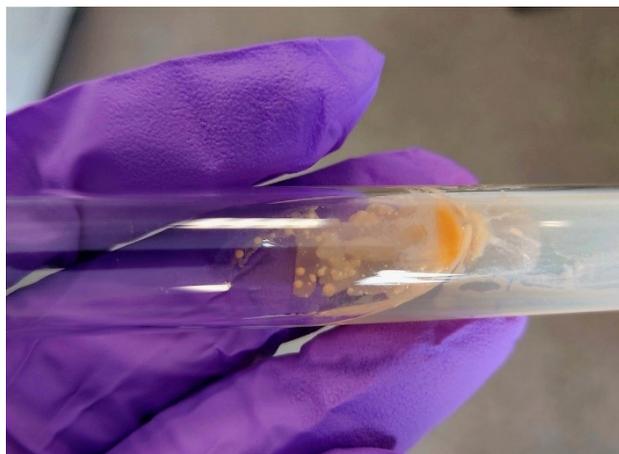


Рис. 1. Рост штамма №9 на среде Виноградского. Колонии бактерий, которые способны окислять аммиак до нитритов и нитратов
Fig. 1. Growth of strain №9 on Vinogradsky medium. Colonies of bacteria that are able to oxidize ammonia to nitrites and nitrates

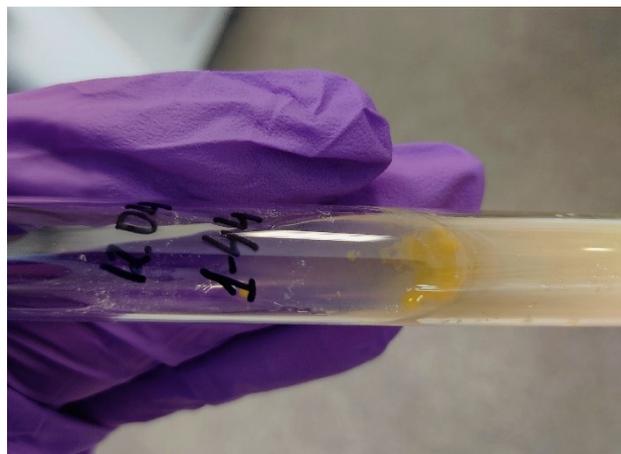


Рис. 2. Рост штамма №44 на среде Виноградского. Колонии бактерий, которые способны окислять аммиак до нитритов и нитратов
Fig. 2. Growth of strain №44 on Vinogradsky medium. Colonies of bacteria that are able to oxidize ammonia to nitrites and nitrates



Рис. 3. Рост штамма №5 на модифицированной среде Пиковской. Образование «прозрачных гало» на среде для фосфат-солубилизирующих микроорганизмов (1 – контроль, 2 – рост бактериальных колоний)
Fig. 3. Growth of strain №5 on modified Pikovskaya medium. The formation of "transparent halos" on the medium for phosphate-solubilizing microorganisms (1 – control, 2 – bacterial colony growth)



Рис. 4. Рост штамма №56 на среде для калий-солубилизирующих микроорганизмов, изменение цвета среды (1 – контроль, 2 – рост бактериальных колоний)
Fig. 4. Growth of strain №56 on the medium for potassium-solubilizing microorganisms, change in the color of the medium (1 – control, 2 – growth of bacterial colonies)

При изучении способностей бактериальных изолятов нами было выявлено: способны фиксировать азот – 47 штаммов, окислять аммиак до нитритов и нитратов – 21, солубилизовать фосфор – 12 изолятов, способны солубилизовать калий – 2. Нами было выбрано 10 штаммов, сочетающих несколько перечисленных выше свойств. В связи с этим данные штаммы бактерий будут использованы для создания комплексного биоудобрения.

Биохимическим методом было установлено, что все 10 штаммов бактерий грамположительные. Они отличаются размером и способностью образовывать споры. Результаты окрашивания по Граму представлены на рисунках 5–14.

Описание бактериальных штаммов, которые будут использованы для создания комплексного биоудобрения, представлено в таблице.

Заключение

В ходе данного исследования из почв Мурманской области было выделено 60 изолятов почвенных бактерий. При изучении свойств бактериальных изолятов установлено, что способны фиксировать азот – 47 штаммов, окислять аммиак до нитритов и нитратов – 21, солубилизовать фосфор – 12 изолятов, солубилизовать калий – 2. Нами было выбрано 10 штаммов, сочетающих несколько перечисленных выше свойств.

В дальнейшем планируется разработать комплексный биопрепарат на основе выделенных штаммов и доказать его симбиотическую активность на растениях, а также проверить его влияние на урожайность зеленой массы и продуктивность растений в зависимости от штамма бактерий. План дальнейшего эксперимента:

1. Культивирование и испытание каждого штамма на *Trifolium pratense* (Клевер луговой) в лабораторных условиях на песчаном грунте.
2. Отбор наиболее эффективных штаммов для изготовления комплексного удобрения.
3. Создание комплексного удобрения и его испытание на открытом грунте на *Galega orientalis* (Козлятник восточный) и на клевере сорта «ВИК 77».
4. Отслеживание таких параметров, как: увеличение биомассы, рост и развитие растений.

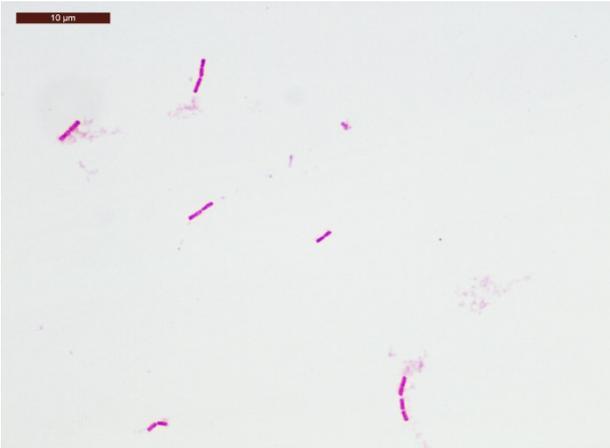


Рис. 5. Микропрепарат бактерий штамма №2 – грамположительные палочки
Fig. 5. Micropreparation of bacteria of strain №2 – gram-positive rods

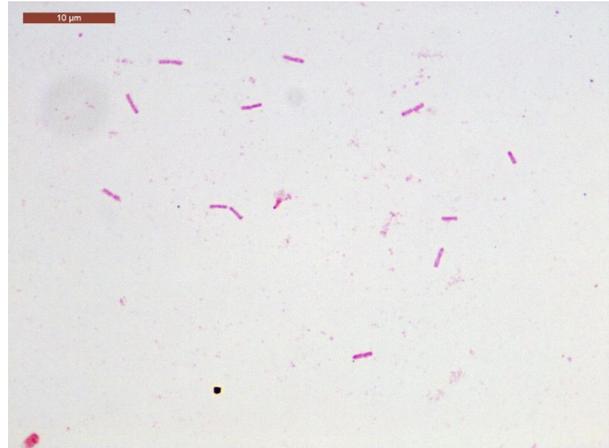


Рис. 6. Микропрепарат бактерий штамма №5 – грамположительные палочки
Fig. 6. Micropreparation of bacteria of strain №5 – gram-positive rods

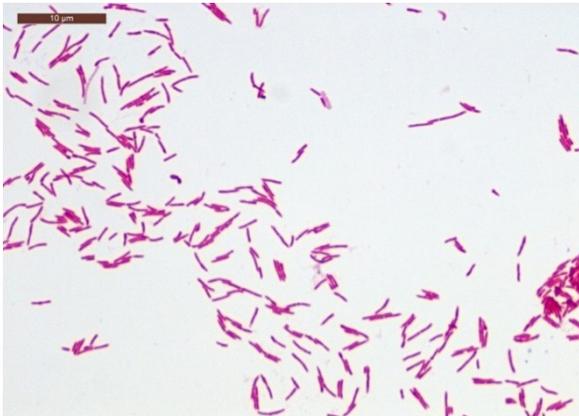


Рис. 7. Микропрепарат бактерий штамма №9 – грамположительные палочки
Fig. 7. Micropreparation of bacteria of strain №9 – gram-positive rods



Рис. 8. Микропрепарат бактерий штамма №10 – грамположительные палочки
Fig. 8. Micropreparation of bacteria of strain №10 – gram-positive rods

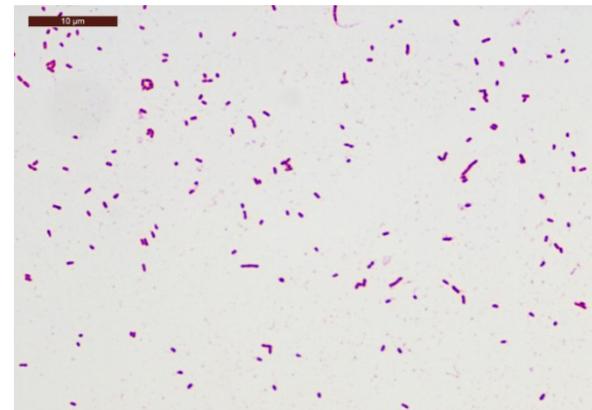


Рис. 9. Микропрепарат бактерий штамма №16 – грамположительные палочки.
Fig. 9. Micropreparation of bacteria of strain №16 – gram-positive rods

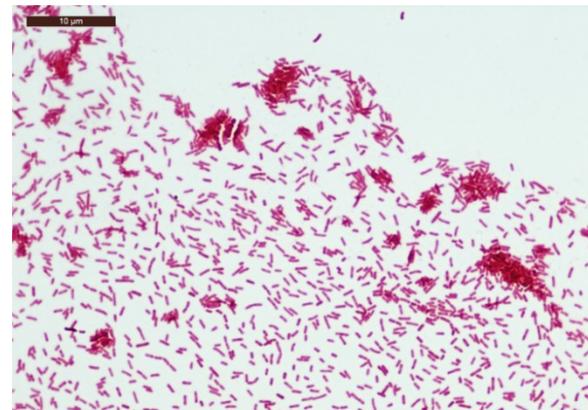


Рис. 10. Микропрепарат бактерий штамма №17 – грамположительные палочки.
Fig. 10. Micropreparation of bacteria of strain №17 – gram-positive rods



Рис. 11. Микропрепарат бактерий штамма №36–грамположительные палочки

Fig. 11. Micropreparation of bacteria of strain №36–gram-positive rods

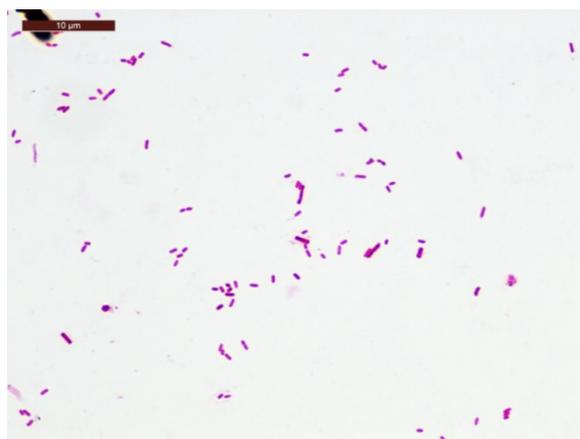


Рис. 12. Микропрепарат бактерий штамма №44–грамположительные палочки

Fig. 12. Micropreparation of bacteria of strain №44–gram-positive rods



Рис. 13. Микропрепарат бактерий штамма №48–грамположительные палочки

Fig. 13. Micropreparation of bacteria of strain №48–gram-positive rods

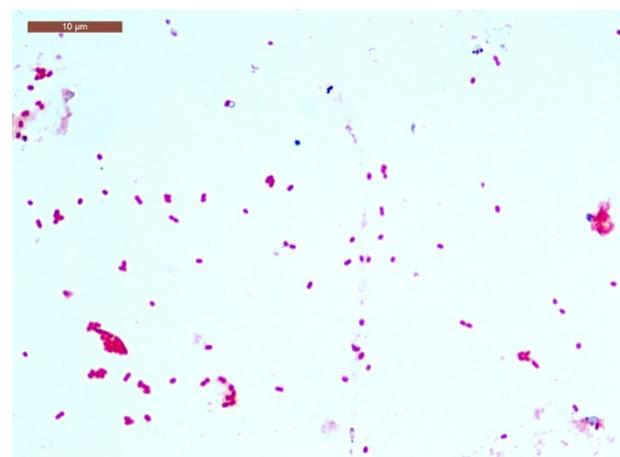


Рис. 14. Микропрепарат бактерий штамма №56–грамположительные палочки

Fig. 14. Micropreparation of bacteria of strain №56–gram-positive rods

Таблица. Описание бактериальных штаммов, которые будут использоваться для создания комплексного биоудобрения

Table. Description of bacterial strains that will be used to create a complex biofertilizer

Штамм бактерий	Описание колоний	Окрашивание по Граму	Способность фиксировать азот	Способность окислять аммиак до нитритов и нитратов	Способность к соллюбилизации фосфора	Способность к соллюбилизации калия
2	Молочная, гладкая, выпуклая, непрозрачная и блестящая, ровная, мелкозернистая, мягкая	Грам+ спорообразующие цепочки палочек, 4 мкм	+	-	+	-

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 26–31.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 26–31.

5	Молочная, блестящая, выпуклая, полупрозрачная, крупнозернистая, мягкая	Грам+ спорообразующие цепочки палочек, 4 мкм	+	+	+	-
9	Кремевая, гладкая, плоская, непрозрачные, ровная, однородная, мягкая	Грам+ палочки, 9 мкм	+	+	+	-
10	Молочная, гладкая, выпуклая, непрозрачная и блестящая, ровная, мелкозернистая, мягкая	Грам+ палочки, 5–6 мкм	+	+	+	-
16	Белая, блестящая, выпуклая, полупрозрачная, ровная, крупнозернистая, мягкая	Грам+ короткие палочки, 1–2 мкм	+	+	+	-
17	Круглые маленькие колонии, полупрозрачные, ровный	Грам+ палочки, 2–3 мкм	+	-	+	+
36	Нет цвета, гладкая, плоская, прозрачная и блестящая, ровная, однородная, слизистая	Грам+ палочки, 2–4 мкм	+	+	-	-
44	Нет цвета, гладкая, выпуклая, непрозрачная и блестящая, ровная, мелкозернистая, мягкая	Грам+ палочки, 1–2 мкм	+	+	+	-
48	Нет цвета, гладкая, выпуклая, непрозрачная и блестящая, ровная, мелкозернистая, мягкая	Грам+ палочки, 2–3 мкм	+	+	+	-
56	Белая, гладкая, плоская, прозрачная, ровный, однородная, мягкая	Грам+ короткие палочки, 1 мкм	+	-	-	+

Список источников

Егоров Н. С. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. 3-е изд., переработанное и дополненное, Москва, 1995.

Нестеркин М. Г., Хлуднева Н. Н. Состояние плодородия почв Мурманской области // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32? №. 6. С. 10–14.

Определитель бактерий Берджи, 10-е изд., в 2-х томах. М.: Мир, 1997. С. 800.

References

Egorov N. S. A guide to practical classes in microbiology. 3rd ed., revised and expanded, Moscow, 1995. (In Russ.)

Nesterkin M. G., Khludneva N. N. The state of soil fertility in the Murmansk region // Achievements of science and technology of the agro-industrial complex. 2018. Vol. 32, No. 6. pp. 10-14. (In Russ.)

Opredelitel' bakterij Berdzhii [Bergey's Manual of Determinative Bacteriology]. Moscow, Mir, 1997, pp. 800. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 18.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 18.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

В. С. Шохалова, Е. В. Калугина, П. П. Кравец

Мурманский арктический университет (МАУ), г. Мурманск, Россия

veronikasohalova@gmail.com

ВЫРАЩИВАНИЕ ДАФНИЙ (MOINA MACROCOPA) КАК КОРМОВОГО ОБЪЕКТА АКВАРИУМИСТИКИ

Аннотация

В данной работе описаны этапы выращивания дафний в качестве кормового объекта аквариумистики. Подобран рацион питания дафний, определён тип роста популяции, выявлены оптимальные условия их культивирования.

Ключевые слова:

аквариумистика, дафния, живой корм.

V. S. Shokhalova, E. V. Kalugina, P. P. Kravets

Murmansk Arctic State University, Murmansk, Russia

veronikasohalova@gmail.com

CULTIVATION OF DAPHNIA (MOINA MACROCOPA) AS A FEEDING OBJECT OF AQUARIUMS

Abstract

This paper describes the stages of growing daphnia as a fodder object of aquariums. The diet of daphnia was selected, the type of population growth was determined, optimal conditions for their cultivation were identified.

Keywords:

aquariums, daphnia, live food.

Введение

Аквариумистика в настоящее время приобретает всё большую и большую популярность. Значительно увеличилось число растений, рыб и других животных, которых содержат любители в своих аквариумах. И главной проблемой аквариумистики является обеспечение живыми кормами. Идеальным кормом для большинства мелких аквариумных рыб являются ветвистоусые и веслоногие рачки [Микулин, 1994; Тарасенко, 2016; Товарное осетроводство..., 2022]. Живой корм, представляющий собой совокупность растительных и животных гидробионтов, таких как *moina*, можно получать в нужном количестве и в необходимые сроки. Живые корма для аквариумных рыб разводят как в специальных культиваторах, так и в аквариумах [Портная, Салтанов, 2015]. *Moina* – род низших двустворчатых ракообразных из надотряда ветвистоусых (рис. 1).

Самки достигают 1,7 мм, самцы 1 мм, а личинки – 0,5 мм в длину. Самки дают до 7 помётов каждые 1–2 дня. В кладке до 53 яиц. Продолжительность жизни 22 дня. Оптимальная температура для выращивания 22–28 °С. Численность *moina* может достигать до 5 т. шт/л и биомассы 375 г/м³, что делает этот вид самым удобным и перспективным в выращивании [Портная, Салтанов, 2015; Келль, 2023].

Они имеют ряд полезных биологических свойств, что делает их востребованными в аквакультуре. Для видов рыб с крупным новорождённым мальком эти ракообразные являются стартовым кормом, а для мелких могут быть основным кормом при выращивании молоди [Койшибаева и др., 2011].

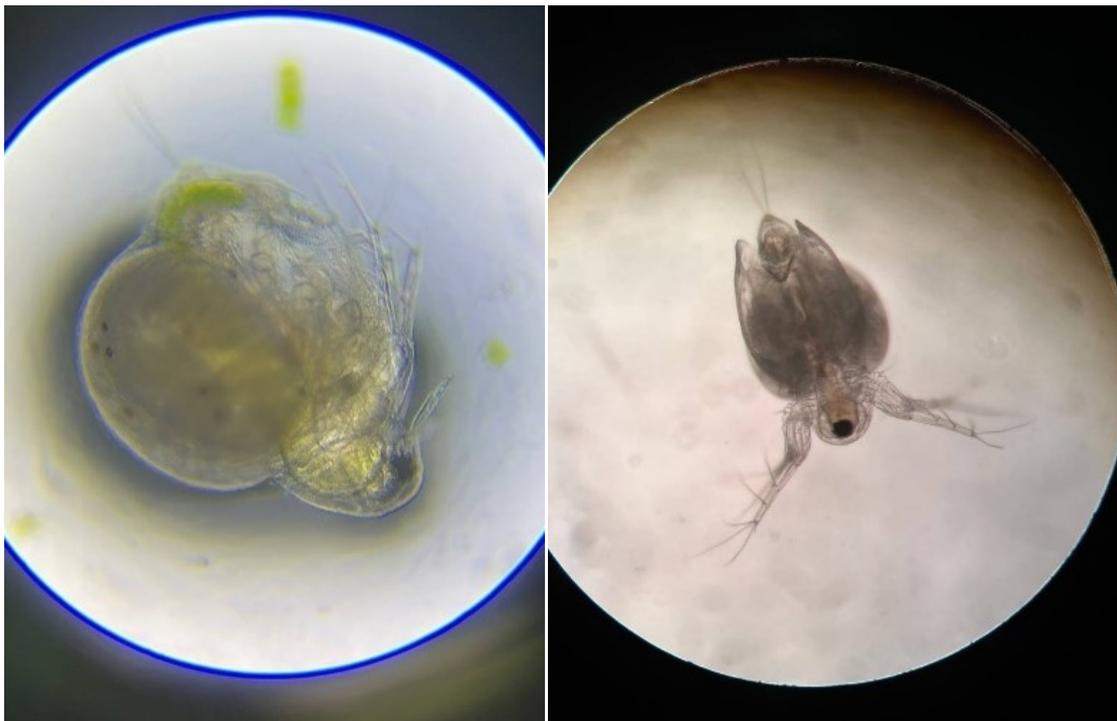


Рис. 1. Внешний вид *Moina macroscopa*
Fig. 1. Appearance *Moina macroscopa*

Материалы и методы

В работе представлены результаты исследования роста дафний в лабораторных условиях, которые позволяют в дальнейшем определить оптимальные технологические параметры процесса выращивания.

Для культивирования *Moina macroscopa* применяли резервуар объемом 300 мл, аквариум объемом 25 л и лампу на 60 Вт. Для культивирования инфузорий применялись 2 емкости объемом 1 литр, отстоянная водопроводная вода, кожура банана и сено. Также для контроля численности и состояния культуры (подвижность особей, наполнение кишечника) использовались камеры Богорова, микроскопы Биолаб С-15 и МБС-10. Мы делали упор на методы, которыми можно пользоваться в домашних условиях без специального оборудования.

Выращивали дафний в аквариуме объемом 25 л, который заполнили на 1/5 водопроводной водой и нейтральным рН 7.5–8, без хлора. Перед тем как залить ее в аквариум воду отстаивали в течении двух суток. Размещаем емкость подальше от прямых солнечных лучей, так как рачки не любят чрезмерную освещенность; устанавливаем люминесцентную лампу на 60 Вт, обеспечивая легкое освещение 14–16 часов каждые сутки; обеспечиваем температуру воды в пределах 22–28 °С, в прохладной среде обитания снизится скорость размножения. Предоставляем полноценное питание, растворяя подкормки в жидкости до её легкого помутнения, и добавляя новую порцию после просветления.

Результаты и обсуждение

Для культивирования дафний применялась следующая техника выращивания: акклиматизированную культуру пересаживали в аквариум с отстоянной водой, кормление и замер показателей воды происходило раз в 2 суток, через 45 суток получаем максимальную численность рачков.

В основном при выращивании дафний в качестве корма используют пекарские дрожжи. Однако рачки, которые питаются инфузориями и одноклеточными зелёными водорослями имеет более высокую питательную массу, чем та, которую кормят дрожжами [Rottmann et al., 1992]. Дрожжи как корм очень удобный и дешёвый, прост в приготовлении, но имеет маленькую пищевую ценность для дафний, также понижает рН воды из-за аскорбиновой кислоты [Меледина, Давыденко, 2015; Кражан и др., 2010; Товарное осетроводство..., 2022].

Кормление водорослями требует частого перезапуска ёмкостей, а кормление бактериями и инфузория имеют такую же питательную ценность, что и водоросли, но они быстрее размножаются и за ними меньший контроль. Но если в ёмкость к мойнам добавить большую концентрацию смеси с инфузориями, то возможно повышение аммиака в аквариуме [Шошина, Капков, 2017].

Из приведённых в литературных источниках сведениях о кормлении дафний, было принято решение использовать в качестве корма инфузорий *Paramecium caudatum* и *Stylonichia mytilus*, выращенных на банане и сене. Культивирование инфузорий происходило двумя способами. Первый: высушиваем естественным способом кожуру банана, добавляем её в банку без крышки с водопроводной отстоянной водой при комнатной температуре. Через 4 дня наблюдается помутнение воды и образование бактериальной плёнки. Через 7 дней были обнаружены инфузории *Paramecium caudatum*. Второй: взяв сухую растительность на берегу озера Глубокое (г. Мурманск), добавляем его в банку без крышки с водопроводную отстоянной водой температурой 21 °С. Через 4 дня наблюдалась помутнение воды и образование бактериальной плёнки. По истечению 7 дней были обнаружены инфузории *Paramecium caudatum*. Наблюдение продолжались, и спустя 21 день были найдены инфузории вида *Stylonichia mytilus*.

Каждые 2 суток проводили оценку численности и состояния культуры с помощью камеры Богорова, замеряли температуру и значение рН воды. Обращая внимание на динамику численности *toina*, можно наблюдать экспоненциальный рост, который наблюдается достаточно короткое время, после чего ограничивающие факторы его стабилизируют, и дальнейшее развитие популяции должно идти по логистической модели, но также наблюдаются спады из-за нестабильных факторов среды и от периода жизненного цикла дафнии (рис. 2).

Спад популяции на 17 и 41 сутки (рис. 2) связан с линькой ракообразных, которая начинается при повышении температуры воды. Это даёт возможность регулировать популяцию за счет повышения или понижения температурного режима. При оптимальных условиях линька начинается через каждые 3 недели и длится 10 суток. Максимальная плотность дафний 2800 шт. на 5 литров зафиксирована на 45 сутки с начала выращивания.

Повышение рН на 17 и 47 сутки (рис. 3) обусловлено резким скачком роста водорослей в аквариуме, что может привести к спаду численности путём гибели ракообразных. Следовательно, за ростом водорослей нужен строгий контроль.

Оптимальная температура для культивирования дафний 22–28 °С при рН 7,5–8.

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 32–37.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 32–37.

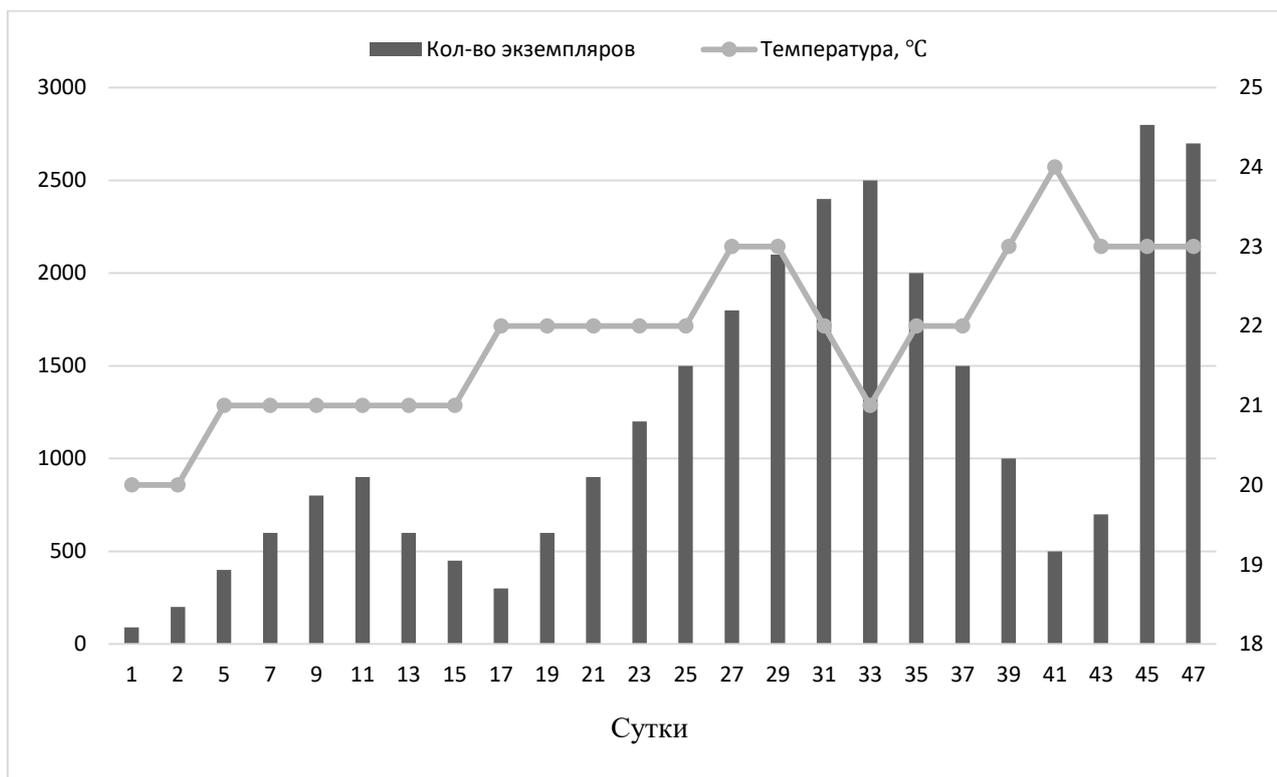


Рис. 2. Зависимость численности от температуры

Fig. 2. Dependence of the number on temperature

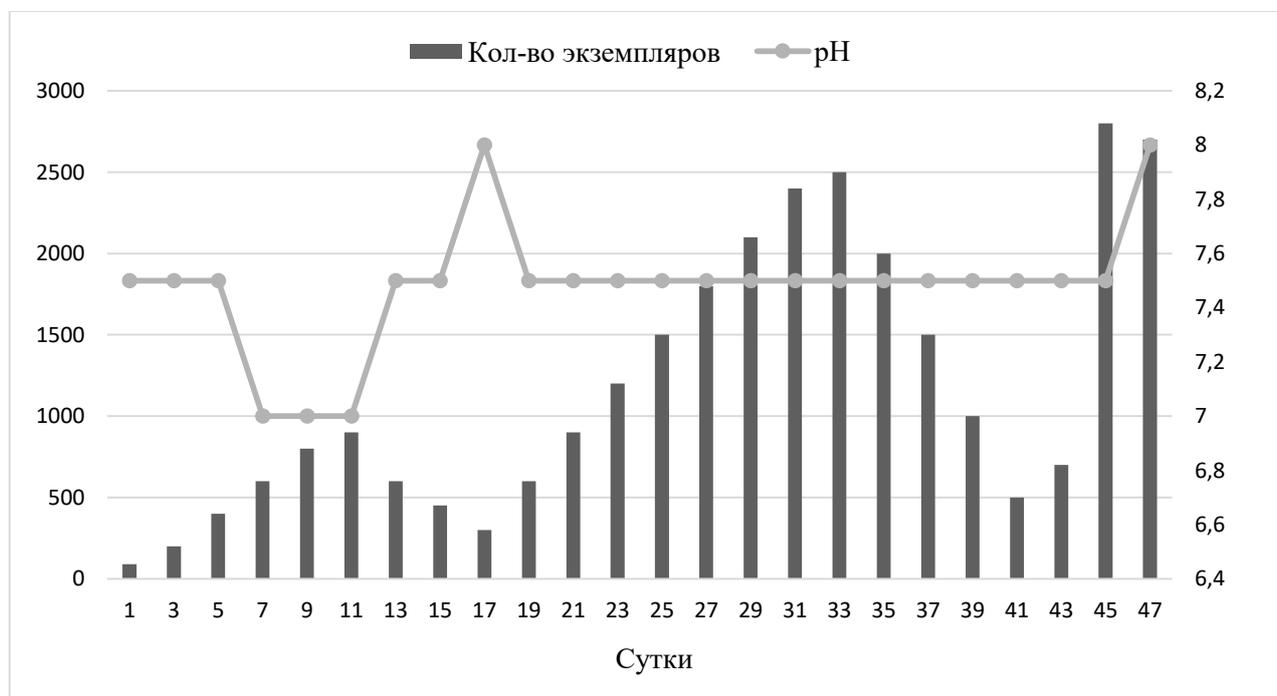


Рис. 3. Зависимость численности от водородного показателя

Fig. 3. The dependence of the number on the hydrogen index

Заключение

Использованные методы показали себя эффективными и малозатратными как в домашних, так и лабораторных условиях. Позволяют в короткий промежуток времени получить широкий спектр живых кормов, так как метод, который мы используем, позволяет нам получить несколько культур организмов.

В ходе работы были определены оптимальные условия культивирования дафний – температура 22–28 °С, рН – 7,5–8. Период, за который численность популяции дафний достигает максимального значения составляет 45 суток. Выявлено, что полноценными и перспективными кормами для мелких дафний могут служить культуры живых инфузорий (*Paramecium caudatum*, *Stylonichia mytilus*).

Список литературы

- Кель Л. С. Экологическая биотехнология / 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2023. 232 с.
- Койшибаева С. К., Бадрызлова Н. С., Федоров Е. В., Мухрамова А. А., Булавина Н. Б. Рекомендации по кормлению осетровых рыб в условиях рыбоводных хозяйств Казахстана. Алматы, 2011. 36 с.
- Кражан С. А., Антипчук А. Ф., Литвинова Т. Г. Опыт культивирования *Daphnia magna* Straus на комбикорме и гидролизных дрожжах // Рыбное хозяйство, 2010. № 29.
- Меледина Т. В., Давыденко С. Г. Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Морфология, химический состав, метаболизм. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 90 с.
- Микулин А. Е. Живые корма. М.: Дельфин, 1994. 104 с.
- Портная Т. В., Салтанов Ю. М. Биотехнология в рыбоводстве. Выращивание живых кормов: методические указания к лабораторным занятиям // Горки: БГСХА, 2015.
- Тарасенко А. А. Сравнительный анализ эффективности выращивания веслоноса на разных кормах в условиях ЧП «Жаров» Чугуевского района Харьковской области // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2016. № 1. С. 11–19.
- Товарное осетроводство : учебник для вузов / Е. И. Хрусталева, Т. М. Курапова, Э. В. Бубунец [и др.]. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 300 с.
- Шошина Е. В., Капков В. И. Аквакультура водорослей. Лабораторный практикум : учебное пособие. Мурманск : МГТУ, 2017. 100 с.
- Rottmann R. W. et al. Culture techniques of *Moina*: the ideal *Daphnia* for feeding freshwater fish fry. Gainesville, FL: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1992. T. 1054.

References

- Commodity sturgeon breeding: textbook for universities* / E. I. Khrustalev, T. M. Kurapova, E. V. Bubunets [et al.]. 2nd ed., erased. St. Petersburg : Lan, 2022. 300 p. (In Russ.).
- Kell L. S. Ecological biotechnology / 2nd ed., erased. St. Petersburg : Lan', 2023. 232 p. (In Russ.).
- Koishibaeva S. K., Badryzlova N. S., Fedorov E. V., Mukhramova A. A., Bulavina N. B. Recommendations for feeding sturgeon fish in the conditions of fish farms in Kazakhstan. Almaty, 2011. 36 p. (In Russ.).
- Krazhan S. A., Antipchuk A. F., Litvinova T. G. Experience of cultivation of *Daphnia magna* Straus on compound feed and hydrolysis yeast. Fisheries, 2010. No. 29. (In Russ.).
- Meledina T. V. Yeast *Saccharomyces cerevisiae*. Morphology, chemical composition, metabolism / T. V. Meledina, S. G. Davydenko. St. Petersburg: ITMO University, 2015. 90 p. (In Russ.).
- Mikulin A. E. Live feed. Moscow: Dolphin. 1994. 104 p. (In Russ.).
- Portnaya T. V., Saltanov Yu. M. Biotechnology in fish farming. Growing live feed: guidelines for laboratory classes // Gorki: BSAA. 2015. (In Russ.).
- Rottmann R. W. et al. Culture techniques of *Moina*: the ideal *Daphnia* for feeding freshwater fish fry. Gainesville, FL: Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1992. Vol. 1054.

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 32–37.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 32–37.

Shoshina E. V., Kapkov V. I. Aquaculture of algae. Laboratory workshop : textbook. Murmansk : MSTU, 2017. 100 p. (In Russ.).

Tarasenko A.A. Comparative analysis of the effectiveness of growing paddlefish on different feeds in the conditions of emergency "Zharov" Chuguevsky district of the Kharkiv region // Actual problems of intensive development of animal husbandry. 2016. No. 1. pp. 11–19. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 18.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 18.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

С. И. Бугаева, Н. В. Иванчук

Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия

bugaevasofa@gmail.com, natv-iv@yandex.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПРИ ИЗУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ НА ПРИМЕРЕ КВЕСТА «НА СЕВЕРЕ СЧИТАТЬ – ПРО СЕВЕР ЗНАТЬ»

Аннотация

В статье приводится пример использования в образовательной деятельности средней школы игровых технологий, показан образец создания и реализации в учебном процессе общеобразовательных учреждений познавательного квеста по математике с применением краеведческого материала Мурманской области.

Ключевые слова:

краеведческий материал, изучение математики, познавательный квест, игровые технологии в школе.

S. I. Bugaeva, N. V. Ivanchuk

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

bugaevasofa@gmail.com, natv-iv@yandex.ru

USING LOCAL HISTORY MATERIAL IN THE STUDY OF MATHEMATICS THROUGH THE EXAMPLE OF THE QUEST “COUNTING IN THE NORTH – KNOWING ABOUT THE NORTH”

Abstract

The article provides an example of the use of gaming technologies in the educational activities of a secondary school, shows a sample of the creation and implementation in the educational process of educational institutions of a cognitive quest in mathematics using local history material of the Murmansk region.

Keywords:

local history material, the study of mathematics, cognitive quest, gaming technology at school.

В последнее время всё чаще говорят о необходимости воспитательного аспекта при организации учебного процесса в школе, причем на каждом уроке, и в частности о воспитании патриотизма, любви к своей малой родине и к стране в целом. Однако на уроках истории, географии, русского языка и литературы этот подход вполне реализуем, так как уже заложен в учебные программы (школьники изучают историю России, родной язык, русскую литературу, географию своей страны). Сложнее организовать деятельность по воспитанию патриотических чувств на таких предметах, как математика, встроить в имеющийся программный материал задания, основанные на историческом или краеведческом материале.

В Федеральном государственном образовательном стандарте среднего общего образования, который ориентирован на становление личностных характеристик выпускника, так описывается «портрет выпускника школы»: любящий свой край и свою Родину, уважающий свой народ, его культуру и духовные традиции осознающий и принимающий традиционные ценности семьи, российского гражданского общества, многонационального российского народа, человечества, осознающий свою сопричастность судьбе Отечества» [Приказ Минобрнауки ..., 2012].

С другой стороны, учителя и родители все чаще сталкиваются с проблемой отсутствия у детей мотивации к учебной деятельности, особенно к таким предметам, как математика, ведь

страх перед сложным предметом часто затрудняет усвоение материала. А его непонимание или недопонимание тормозит дальнейшее развитие и продвижение обучающегося по образовательной траектории. Изменить отношение к предмету, вызвать интерес и, как следствие, повысить уровень усвоения материала и успеваемость по математике в целом может помочь использование в учебной деятельности игровых технологий. В рамках данной статьи рассмотрим пример применения на уроках математики или во внеурочной деятельности одной из таких технологий – технологии образовательных квестов.

«Образовательный квест – интегрированная технология, объединяющая идеи проектного метода, проблемного и игрового обучения, взаимодействия в команде и информационно-коммуникационные технологии (ИКТ); сочетающая целенаправленный поиск при выполнении главного проблемного и серии вспомогательных заданий с приключениями и (или) игрой по определённому сюжету» [Игумнова, Радецкая, 2016, с. 51–52].

Покажем реализацию обозначенных выше положений на примере разработанного проекта «Использование краеведческого материала при изучении математики» – образовательного квеста «На Севере считать – про Север знать», в рамках которого предлагается позиционировать математику как увлекательный краеведческий квест со множеством головоломок и задач, требующих решения. Такой квест предоставляет каждому ученику реальную возможность почувствовать себя умным, сообразительным, мыслящим человеком и окунуться в захватывающее и удивительное математическое приключение, а интересные факты о родном крае не только расширят кругозор, но и покажут неотделимость математики от жизни, вызовут положительные эмоции от процесса познания, так как ребенок будет работать со знакомым ему фактическим материалом, который его окружает в реальной жизни, а также открывать новые стороны объектов, явлений и событий своей малой родины.

Как писал Ян Амос Коменский в своем труде «Великая дидактика» в главе «Основы кратчайшего пути обучения» будет «замечательным, если для отдыха ума разрешаются юношеству и придумываются такие игры, которые живо представили бы серьезные стороны жизни и этим уже развивали бы у юношества некоторые склонности к этим сторонам жизни. Ведь можно дать некоторое представление и о ремёслах при помощи какого-либо инструмента, а равно и о хозяйстве, и о политике, и о военном строе, и об архитектуре, и о многом другом... Подобная игра приводит к серьёзному» [Коменский, 2023, с. 285].

Цель данного проекта: создать математический квест с краеведческим уклоном для обучающихся 4-5 классов и апробировать его в учебном процессе средней школы. Основной сюжетной линией разработанного квеста является путешествие по городам Мурманской области. Проведение описанного ниже урока-игры может быть в конце последней четверти в 4-ом классе как обобщение пройденного в начальной школе материала или в начале 5-го класса как повторение изученного ранее и актуализация опорных знаний по математике.

Квест представляет собой игру-путешествие по этапам-станциям, на которых командам предлагаются различные математические задания на смекалку, некоторые носят практический характер, показывают красоту, практичность и доступность математики. Опишем процесс подготовки и проведения квеста в виде пошаговой последовательности действий. Цель математической квест-игры: закрепить и обобщить изученный материал по математике, расширить знания детей о своём регионе – Мурманской области.

Для подготовки к игре детям нужно поделиться на команды. Количество участников в команде существенной роли не играет, так как больше проверяются практические, жизненные навыки учащихся, работа в команде, логическое мышление в нестандартной ситуации. Перед началом игры дети узнают главную цель игры – собрать все фрагменты пазла. Далее каждая

Секция «ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ»

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 38–43.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp.38–43.

команда получает маршрутный лист, в котором указан порядок посещения станций-городов (рис. 1).

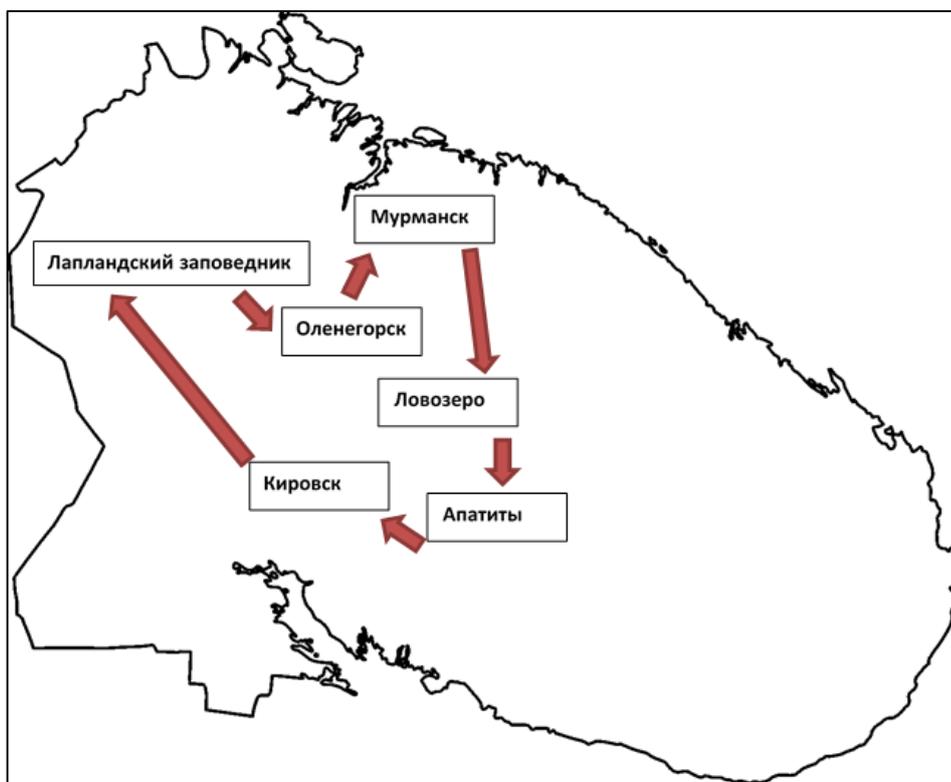


Рис. 1. Пример маршрутной карты для команды

После этого ребята получают первое задание, и игра начинается. Ученики, решая математические задачи, предлагаемые в процессе прохождения квеста, будут путешествовать по Мурманской области, узнавая при этом интересные сведения о том или ином городе, его достопримечательностях. Задания, предлагаемые для выполнения, также логически связаны с общей сюжетной линией.

Пример стартового задания для команды.

Помогите работникам Оленегорского горно-обогатительного комбината справиться с поломкой карьерного самосвала «БЕЛАЗ». Решите уравнения и с помощью ключа расшифруйте название следующей станции в вашем путешествии. Удачи!

	Уравнение	Ответ	Буква
1	$24 - x = 15$		
2	$x - 391 = 9$		
3	$33 : x = 11$		
4	$x : 3 = 3$		
5	$379 + x = 379$		
6	$x \cdot 1 = 1$		
7	$13 + x = 37$		
8	$x \cdot 40 = 400$		

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 38–43.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 38–43.

Ключ к заданию:

У	К	Н	А	М	Р	С
400	10	1	0	9	3	24

При успешном выполнении задания команда получает часть пазла и отправляется на следующий этап, в соответствии с полученным в начале игры маршрутным листом.

Примеры задач для разрезных карточек. Станция Мурманск.

<p>1. Цех по копчению рыбы имеет мощность 35 тонн мелкой рыбы в сутки. Сколько рыбы он заготовит за неделю?</p> <p>Ответ: _____</p>	
<p>2. Высота монумента памятника «Алёша» составляет 35 метров. Высота постамента в 7 раз меньше высоты монумента. На сколько метров постамент ниже монумента?</p> <p>Ответ: _____</p>	
<p>3. В 2005 году в Мурманске построен самый длинный мост в Заполярье. Длина моста с подъездами – 2500 метров, а длина подъездов – 900 метров. Определите длину моста без подъездов.</p> <p>Ответ: _____</p>	

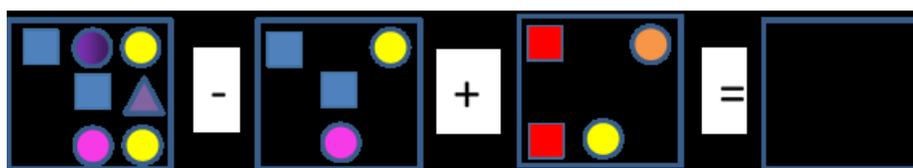
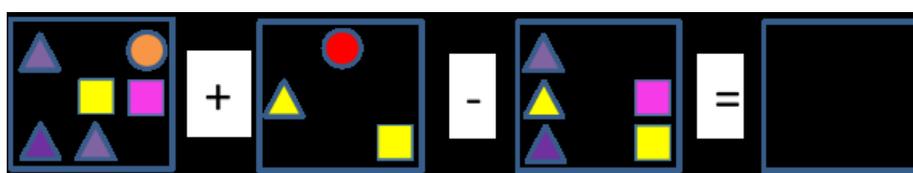
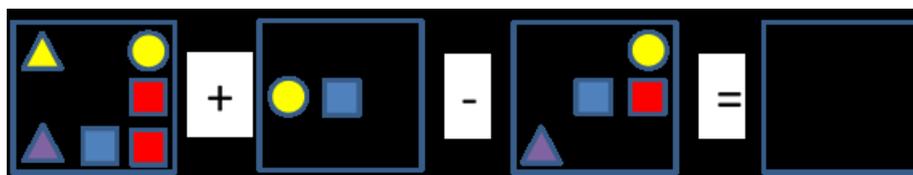
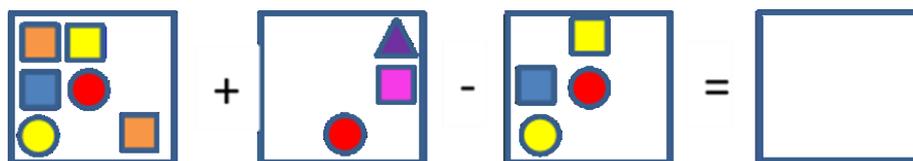
Пример задания для всех команд. Станция Ловозеро.

Помогите коренным жителям Севера – саамам – украсить свою одежду традиционным орнаментом. Изучите образец и по аналогии решите примеры. Ответ нарисуйте в пустых клеточках фломастерами.

Образец:



Решите примеры:



По окончании игры все команды, двигавшиеся каждая по своему маршруту, снова собираются в том же месте, откуда начинали. Важной финальной точкой игры является момент, когда дети собирают общую картину из добытых частей пазла: ни одна команда не сможет сделать этого самостоятельно, поскольку имеет неполный набор, всю картину можно собрать только действуя сообща (рис. 2). После того, как пазл собран, все дети получают небольшие призы.

Выделим основные достоинства использования образовательных квестов в средней школе:

- квест-игра является привлекательной для ребенка, позволяет активизировать его внимание, развивать познавательный интерес к изучаемому предмету в ходе выполнения заданий;
- мотивирует к учению, формируя ощущение личной заинтересованности в получении результата;
- обогащает детей сходными эмоциями и впечатлениями для совместного обсуждения, что положительно сказывается на сплочении классного коллектива;
- в ходе выполнения заданий квеста дети учатся работать в команде, слушая друг друга, помогая и поддерживая своих одноклассников.

Разработанный проект был апробирован в одной из школ города Оленегорска и получил положительные отзывы как учителей-математиков, классных руководителей, так и обучающихся, которые были активны, внимательны, заинтересованы в получении отличного результата, с увлечением выполняли предлагаемые математические задания и с интересом узнавали новые или необычные факты о городах и поселках Мурманской области.

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 38–43.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 38–43.



Рис. 2. Пример картинка для разрезания (пазл)

Список источников

Игумнова Е. А., Радецкая И. В. Квест-технология в образовании / Чита: Забайкальский государственный университет, 2016. 164 с. Текст: электронный // <https://elibrary.ru/item.asp?id=27322385>

Коменский Я. Избранные педагогические сочинения / переводчики Н. П. Степанов, Д. Н. Корольков, А. А. Красновский. Москва: Издательство Юрайт, 2023. 440 с. (Антология мысли). Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/517210> (дата обращения: 24.07.2023).

Приказ Минобрнауки России от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования». Текст: электронный // Банк документов. Министерство просвещения Российской Федерации]. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/bf0ceabdc94110049a583890956abbfa/>

References

Igumnova E. A., Radeckaja I. V. Kvest-tehnologija v obrazovanii / Chita: Zabajkal'skij gosudarstvennyj universitet, 2016. 164 p. Tekst: jelektronnyj // <https://elibrary.ru/item.asp?id=27322385> (In Russ.).

Komenskij Ja. Izbrannye pedagogicheskie sochinenija / perevodchiki N. P. Stepanov, D. N. Korol'kov, A. A. Krasnovskij. Moskva: Izdatel'stvo Jurajt, 2023. 440 p. (Antologija mysli). Tekst: jelektronnyj // Obrazovatel'naja platforma Jurajt [sajt]. URL: <https://urait.ru/bcode/517210> (data obrashhenija: 24.07.2023). (In Russ.).

Prikaz Minobrnauki Rossii ot 17 maja 2012 g. № 413 «Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta srednego obshhego obrazovanija». Tekst: jelektronnyj // Bank dokumentov. Ministerstvo prosveshhenija Rossijskoj Federacii]. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/bf0ceabdc94110049a583890956abbfa/> (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 30.07.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.
The article was submitted 30.07.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

А. В. Абрашкина, Е. А. Брокарева, Е. Г. Митина

Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия

sascha_s1996@mail.ru, shiperova.ewgenia@yandex.ru

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРНИР «АРКТИКТЛОН» КАК ОТКРЫТАЯ ПЛОЩАДКА РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ

Аннотация

В статье представлены результаты реализации первого регионального экологического турнира «Арктикклон» в Мурманской области. Данный проект позволил не только популяризировать арктические экосистемы как объект исследования, но способствовал повышению уровня осведомленности целевой аудитории об основополагающих принципах устойчивого развития Арктического региона.

Ключевые слова:

экологическое образование, Арктика, экологическая культура, экосистемы, устойчивое развитие

A. V. Abrashkina, E. A. Brokareva, E. G. Mitina

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

sascha_s1996@mail.ru, shiperova.ewgenia@yandex.ru

REGIONAL ENVIRONMENTAL TOURNAMENT "ARCTIKTLON" AS AN OPEN PLATFORM FOR THE DEVELOPMENT OF ENVIRONMENTAL LITERACY OF SCHOOLCHILDREN

Abstract

The article presents the results of the realization of the first environmental tournament "Arktiktlon" in the Murmansk region. This project allowed not only to popularize Arctic ecosystems as an object of research, but also helped to raise awareness of the target audience about the fundamental principles of sustainable development of the Arctic region.

Keywords:

environmental education, Arctic, environmental culture, ecosystems, sustainable development

В настоящее время экологическая ситуация на территории Российской Федерации характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду и значительными экологическими последствиями прошлой экономической деятельности. Утвержденные в 2012 г. «Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года» описывают механизмы формирования эффективной системы управления в области охраны окружающей среды, указывают на «решение экологических проблем Байкальской природной территории, регионов Севера и Арктики, территорий традиционного природопользования коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока» [Основы ..., 2012].

Арктические территории относятся к сложноорганизованным и хрупким экосистемам планеты. Экологические особенности Арктической зоны проявляются в высокой чувствительности к внешним воздействиям; климатических изменениях, способствующих возникновению новых рисков для окружающей среды; неравномерностью промышленно-хозяйственного освоения отдельных территорий; ориентированностью экономики на добычу природных ресурсов [О Стратегии развития ..., 2020]. Основой сохранения и безопасности этих уникальных экосистем является непрерывное экологическое образование жителей и

гостей Арктики. «Экологическое образование уникально, оно ставит цель образования – формирование экологической культуры личности и общества» [Андреева и др., 2023].

«Концепция экологического образования» [Концепция ..., 2022] подтверждает, что экологическое образование становится генеральной гуманитарной стратегией человечества в направлении достижения целей устойчивого развития нашей страны. Однако часто сведения об экологических проблемах в Арктике и регионах Крайнего севера России отрывочны, не несут практических советов для школьников по их решению.

В апреле–мае 2023 г. Мурманский арктический государственный университет выступил открытой площадкой проведения I регионального экологического турнира «Арктиктлон». Турнир проводился при грантовой поддержке Экспертного центра «Проектный офис развития Арктики» (ЭЦ ПОРА). Это командное соревнование, целью которого стало вовлечение школьников в изучение экосистем Арктики и формирования экологической грамотности как основы экологической культуры жителя Арктического региона.

На рисунке 1 и 2 представлены результаты проведенного организаторами турнира опроса среди школьников о климатических изменениях в Арктике.

Анализ полученных данных показал, что из 250 респондентов только 6 % впервые слышат о климатических изменениях в Арктике. Значительная часть опрошенных (47 %) связывает эти изменения только с естественными причинами. При этом 41 % считает, что для решения локальных экологических проблем в Арктической зоне необходимо принимать срочные меры.

На рисунке 3 представлена информация об ответах респондентов на вопросы: «Рассчитывали ли вы когда-либо ваш экологический след?» и «Хотели бы вы больше узнать о том, как сделать свою жизнь экологичной?»

Анализ полученных данных позволяет констатировать, что про экологический след слышали и производили его примерные подсчеты только менее четверти (22 %) из опрошенных школьников. Однако на вопрос «Хотели бы они больше узнать о том, как сделать свою жизнь более экологичной?», 76 % респондентов ответили утвердительно. Результаты данного опроса свидетельствуют, что у подрастающего поколения существует устойчивый запрос на получение знаний и приобретение навыков в сфере изучения и сохранения экосистем Арктики.

Региональный экологический турнир «Арктиктлон» предполагает проведение трех видов состязательных мероприятий (по аналогии со спортивным триатлоном). В качестве партнеров выступили научные учреждения Мурманской области (ММБИ РАН, «ПИПРО» им. Н. М. Книповича, ГОКУ «Дирекция ООПТ»), Мурманское общественное молодёжное экологическое движение «Природа и Молодёжь» (Пим).

Реализация проекта включала проведение образовательных, социально ориентированных и практико-ориентированных мероприятий. Первая группа мероприятий представлена лекциями «История освоения Арктики», «Современные исследования в Арктике», «Краснокнижные животные Арктики» и «Устойчивое развитие», викторины по теме «История освоения Арктики» и лабораторным практикумом «Хартия почв». Они ориентированы на расширение знаний обучающихся о наиболее значимых событиях в истории освоения и изучения Арктики, развитие умений участников проекта по проведению элементарных экологических исследований Арктических экосистем.

Секция «ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ»

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 44–48.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 44–48.

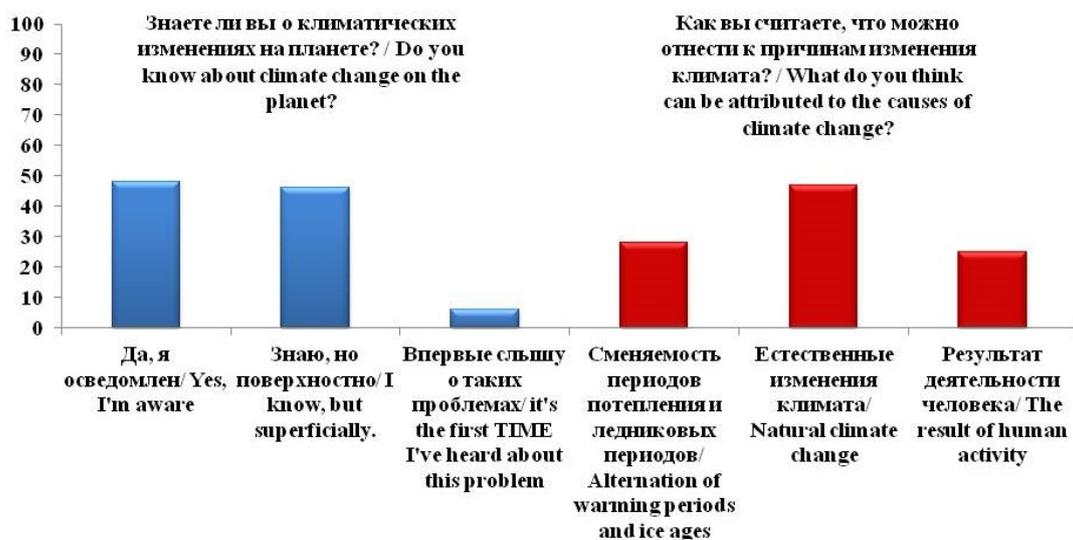


Рис. 1. Результаты опроса среди школьников о климатических изменениях в Арктике

Fig. 1: Results of a survey among schoolchildren about climate change in the Arctic

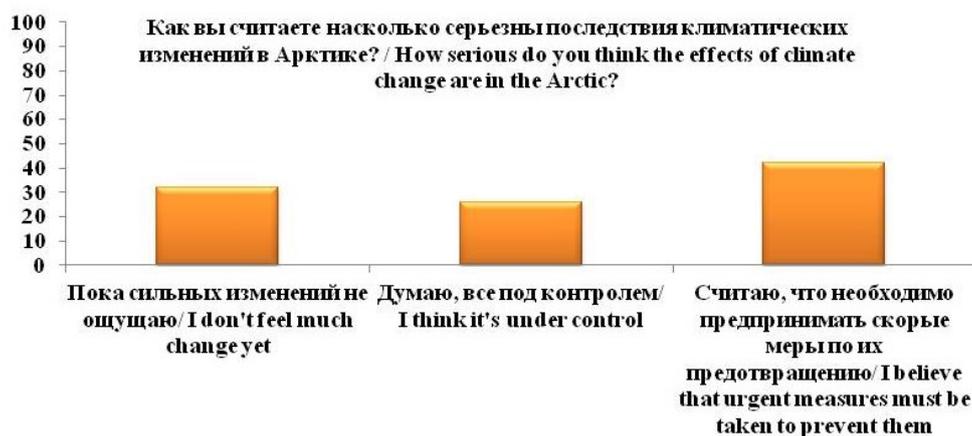


Рис. 2. Результаты опроса среди школьников о последствиях климатических изменений в Арктике

Fig. 2: Results of a survey among schoolchildren about the effects of climate change in the Arctic

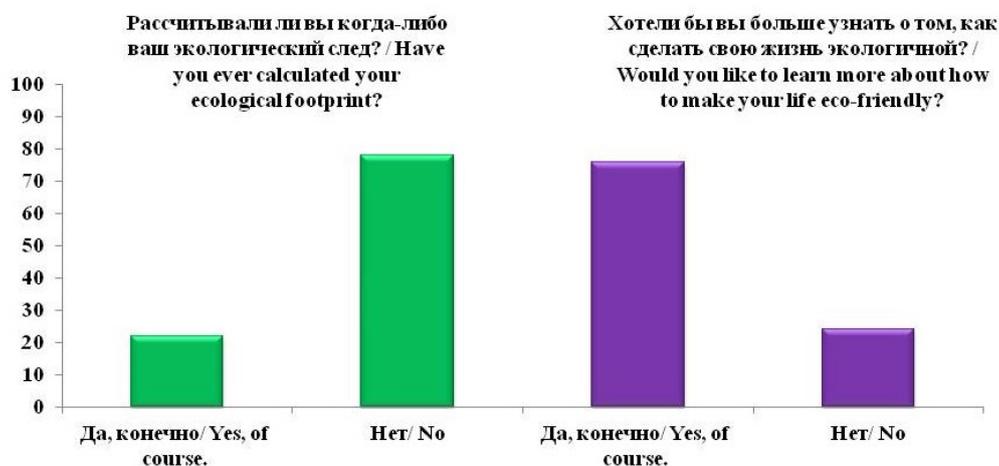


Рис. 3. Результаты опроса среди школьников про экологический след и потребности в новых знаниях

Fig. 3. Results of a survey among schoolchildren about ecological footprint and needs for new knowledge

Второй вид состязаний – участие школьников в социально ориентированных мероприятиях, предполагающих участие всех или некоторых членов семьи. Цели-результаты – повышение уровня информированности участников проекта про экологический след человека и содействие формированию навыков сортировки отходов (ТКО).

Основное (третье) практико-ориентированное мероприятие разделено на три этапа: первый, второй тур и финал. Оно включало в себя решение командами нестандартных экологических задач, содержание которых связано с особенностями функционирования и оценкой состояния экосистем Арктического региона. Задачи объединены в десять тем: «Температура в Арктике», «Атмосфера», «Гидросфера», «Морские экосистемы», «Наземные и водные экосистемы», «Биомониторинг», «Социально-экономические явления», «Энергоаудит», «Исследовательские проекты», «Действия в экстренной ситуации» и отличаются своим открытым характером, так как не имеют однозначного решения. Каждая задача включает описание проблемы и вопросы для поиска путей решений этой проблемы. В процессе решения предложенных в ходе турнира задач обучающиеся актуализируют свои знания о Мурманской области как арктическом регионе и переводят их в практическую плоскость. При представлении решения задачи команды участников выступают в двух ролях: докладчик и ответчик. Основная задача ответчика, внимательно выслушать решение докладчика и найти слабые стороны и ошибки в решении задачи.

Для оценки успешности решения задач участниками турнира применялся метод экспертных оценок, полученных на основании результатов работы членов жюри. В состав жюри входили девять представителей образовательных, научных и общественных экологических организаций. Оценка представленного командами решения проводилась по пяти критериям от 0 до 3 баллов: качество презентации; качество устного доклада; научная часть; оригинальность решения; работа и активность ответчика. Эксперты принимали решение о переводе команд на следующий этап. Во второй тур переходили 50 % команд набравших больше всего баллов. В финале выступили 4 команды.

В табл. 1 представлена информация о результатах экспертной оценки представленных решений.

Таблица 1. Успешность решения задач участниками по результатам экспертных оценок

Table 1. Success rate of problem solving by participants according to the results of expert evaluations

	Качество презентации/ Quality of presentation	Качество устного доклада/ Quality of the oral report	Научная часть/ Scientific part	Оригинальность решения/ Originality of the solution	Работа и активность ответчика/ Defendant's work and activity
I и II тур	2.16±0,71	2.34±0,57	2.07±0.66	1.93±0.85	1.86±0,19
Финал	2.31±0,60	2.25±0,45	1.88±0.62	1.94±0.68	2.81±0.40

Анализ результатов показал, что от первого и второго тура к финалу проявляется тенденция к повышению уровня качества презентации, оригинальности решения и активности ответчика. Полагаем, что полученные данные могут свидетельствовать о развитии коммуникативных умений участников турнира и интереса к изучению экологических проблем Арктических территорий.

Показатели оценки качества устного доклада и научной части оказались ниже в финале по сравнению с I и II туром. Данный результат объясняется повышенной сложностью

финальных задач турнира, при этом в ответах ученики зачастую основывались на бытовых и недостоверных фактах.

Вместе с этим в ходе реализации проекта у участников турнира, не прошедших во второй тур, организаторы наблюдали снижение интереса к открытым мероприятиям. В связи с этим в качестве рекомендаций для будущего развития проекта можно указать на необходимость более детального планирования последовательности мероприятий, нацеленного на более длительное поддержание интереса у участников турнира, а также увеличение количества подготовительного времени на этап решения задач турнира.

Таким образом, проведение подобных экологических турниров вносит вклад в решение проблемы формирования экологической грамотности школьников, проживающих в арктической зоне, требует дальнейшего развития содержания мероприятий и их организационного совершенствования.

Список источников

Андреева Н. Д. Теория и методика обучения экологии : учебник для вузов / Н. Д. Андреева, В. П. Соломин, Т. В. Васильева ; под редакцией Н. Д. Андреевой. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Издательство Юрайт, 2023. 190 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-534-07764-3. Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. URL: <https://urait.ru/bcode/513459> (дата обращения: 01.08.2023).

Концепция экологического образования (в системе общего образования). ФУМО, 2022. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document /3da3f2dbd81de632a44729cf4fc40ea9/?ysclid =17rekr47k569964819> (дата обращения: 10.04.2023).

О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года: утв. указом Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645

Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года: утв. Президентом РФ от 30 апреля 2012 г

References

Andreeva N. D. Teorija i metodika obuchenija jekologii : uchebnik dlja vuzov / N. D. Andreeva, V. P. Solomin T. V. Vasil'eva ; pod redakciej N. D. Andreevoj. 2-e izd., ispr. i dop. Moskva : Izdatel'stvo Jurajt, 2023. 190 p. (Vysshee obrazovanie). ISBN 978-5-534-07764-3. Tekst : jelektronnyj // Obrazovatel'naja platforma Jurajt [sajt]. (In Russ.). URL: <https://urait.ru/bcode/513459> (data obrashhenija: 01.08.2023).

Концепция jekologičeskogo obrazovanija (v sisteme obshhego obrazovanija). FUMO, 2022. (In Russ.). URL: <https://docs.edu.gov.ru/document /3da3f2dbd81de632a44729cf4fc40ea9/?ysclid =17rekr47k569964819> (data obrashhenija: 10.04.2023).

O Strategii razvitija Arktičeskoj zony Rossijskoj Federacii i obespečenija nacional'noj bezopasnosti na period do 2035 goda: utv. ukazom Prezidenta RF ot 26 oktjabrja 2020 g. № 645 (In Russ.).

Osnovy gosudarstvennoj politiki v oblasti jekologičeskogo razvitija Rossii na period do 2030 goda: utv. Prezidentom RF ot 30 aprelja 2012 g. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 26.08.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 26.08.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 49–52.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 49–52.

DOI: 10.37614/978.5.91137.510.2.007

УДК 372.851

В. А. Гладкова, Н. В. Иванчук

Мурманский арктический университет, г. Мурманск, Россия

aleksandr-gladkow@yandex.ru, natv-iv@yandex.ru

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Аннотация

В статье рассматриваются некоторые воспитательные аспекты школьного урока математики, их возможности на становление качеств личности обучающихся. Приводится пример разработанного для реализации в средней школе образовательного проекта, направленного на воспитание патриотических чувств учеников на уроках математики.

Ключевые слова:

обучение математике, воспитание патриотизма, образовательный проект.

V. A. Gladkova, N. V. Ivanchuk

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

aleksandr-gladkow@yandex.ru, natv-iv@yandex.ru

SOME ASPECTS OF THE ORGANIZATION OF EDUCATIONAL WORK IN MATHEMATICS LESSONS

Abstract

The article discusses some educational aspects of a school math lesson, their possibilities for the formation of personality traits of students. An example of an educational project designed for the implementation of a secondary school aimed at educating patriotic feelings of students in math lessons is given.

Keywords:

teaching mathematics, fostering patriotism, an educational project.

Школа играет важную роль в становлении личности каждого ученика, поэтому в настоящее время воспитательной стороне обучения уделяется особое внимание.

Организовать воспитательную работу на уроке возможно используя само содержание учебного материала, а также через методы обучения и различные формы организации познавательной деятельности учеников.

В Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» в 2020 г. внесены изменения, касающиеся вопросов воспитания обучающихся, в частности, понятие «воспитание» трактуется как «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде» [О внесении ..., 2020, с. 1–2].

В рамках данной статьи рассмотрим некоторые аспекты и возможности воспитательного потенциала на уроках математики. Остановимся на таких составляющих воспитательной работы в школе как формирование чувства патриотизма у учеников среднего возраста,

гражданственности и глубокого уважения к памяти защитников Отечества и их подвигам. «Ни одна школьная дисциплина самостоятельно не в состоянии решить эту проблему полностью. Каждая учебная дисциплина может и должна внести свой вклад в дело формирования патриотических качеств учащихся» [Кожабаев, 1984].

По нашему мнению, на уроках математики, возможно реализовать патриотическое воспитание учащихся, например, посредством введения задач, содержащих исторические сведения о стране, ее героическом прошлом или задания, связанные с родным краем.

В рамках проведенного исследования был создан проект, который основан на введении в учебный процесс средней школы уроков, на которых обучающиеся будут вовлечены в познавательную деятельность, направленную не только на повторение и обобщение программного материала по математике, но и на узнавание нового о своем родном крае, его истории, знаменитых земляках, их подвигах, заслугах и т.д., через задачи, содержащие региональный компонент. Если такие уроки проводить планомерно, регулярно и интересно, то такая работа, на наш взгляд, будет способствовать воспитанию патриотических чувств у школьников.

Разработанный проект предназначен для реализации с 5-го по 9-ый класс средней школы. На уроках математики ученики будут не только закреплять полученные знания и умения, предусмотренные программой, но и узнавать про города Мурманской области, их историю и значимость в годы Великой Отечественной войны. Это поможет воспитать у учеников любовь к родному краю, патриотические чувства, понятие ценности человеческого труда.

В соответствии с проектом, в конце каждой четверти проводится урок обобщения в виде путешествия в какой-либо город Мурманской области. В ходе урока учащиеся могут решать задачи, уравнения, разгадывать кроссворды и выполнять многие другие задания, относящиеся к теме урока согласно календарно-тематическому планированию по предмету «Математика». Одновременно с выполнением математических задач, учащиеся получают возможность познавать историю Мурманской области, расширять знания о событиях, происходивших на Кольском Севере в годы Великой Отечественной войны, узнавать о знаменитых земляках, их подвигах, а также другие, в том числе современные сведения, связанные с родным краем.

Особенностью данного проекта является реализация идеи формирования у школьников чувства патриотизма, любви к родному краю, активизации познавательной активности, формирование и воспитание многих качеств личности обучающихся.

Данный проект состоит из десяти конспектов уроков математики, которые реализовываются на закрепляющем уроке в конце каждого полугодия с 5-го по 9-ый класс средней школы, решая различные задания по математике, соответствующие всем изученным в полугодии темам.

Цель проекта: создание и решение математических заданий для 5–9 классов, содержащих исторические и краеведческие сведения и на их основе формирование у школьников гражданских качеств личности.

Задачи проекта:

- сбор, анализ и подготовка материалов для составления математических задач с краеведческим содержанием;
- создание различных типов математических заданий с использованием исторического и краеведческого материала;
- реализация разработанных материалов в учебном процессе средней школы;
- развитие познавательного интереса к предмету математики;
- расширение общекультурного кругозора учащихся посредством знакомства их с историей родного края;

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 49–52.
 Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 49–52.

- воспитание уважительного отношения к прошлому и настоящему своей страны, своей малой родины.

Приведем фрагмент сценария урока математики для шестого класса, разработанный в рамках проекта (обобщающий урок за II полугодие: повторение и закрепление приобретенных знаний учащихся по темам «Сложение и вычитание положительных и отрицательных чисел», «Умножение и деление положительных и отрицательных чисел», «Решение уравнений», «Координаты на плоскости»).

На сегодняшнем уроке мы совершим необычное путешествие по родному краю. Почему же оно будет необычное? В ходе урока мы будем не только решать различные задания по темам, которые изучили в этом году на уроках математики, но и узнавать интересные факты из истории нашего края. Двигаться вперед мы будем если успешно справимся с заданиями, и чем больше задач мы решим, тем больше мы узнаем о городах и поселках, заповедниках и горных массивах, предприятиях и организациях Мурманской области, о замечательных земляках и их подвигах.

И наше путешествие начинается с города, название которого мы узнаем, решив устно следующее задание. Решите пример и подставьте букву, соответствующую ответу, в таблицу.

$12 \cdot (-0,2) =$	$-\frac{3}{4} \cdot 0,8 =$	$-7,5 : (-5) =$	$-31 \cdot 6 =$	$3,7 - 4,8 =$
Н	У	Р	К	Е

$3 \cdot (-2) + (-3) \cdot (-4) =$	$0,7 \cdot (-8) =$	$-38 : 19 =$	$2,3 \cdot (-6 - 4) =$
Ч	М	О	С

$-5,6 - (-3,8) =$	$40 : (-2,5) =$	$\frac{2}{5} - 2,5 =$	$-\frac{7}{3} : \left(\frac{4}{3}\right) =$	$(-2,5 - 1,3) + 2,4 =$
Г	О	А	М	Л

-5,6	-16	-2,4	6	-1,1	-1,8	-2	1,5	-23	-186

Мы сегодня познакомимся с историей города Мончегорска. Мончегорск расположен за Полярным кругом, на северном склоне горного массива Мончетундра, на берегу живописных озёр Имандра и Лумболка.

Чтобы узнать в каком году был основан город, необходимо решить уравнение:

$$-8\left(\frac{1}{2}x + 30\right) = -7802 - 186$$

Ответ: 1937.

В 1935 г. в связи с разработкой медно-никелевых месторождений из населённого пункта Монча-Губа был образован рабочий посёлок Мончегорск. А 20 сентября 1937 г. посёлок становится городом, крупным центром медно-никелевой промышленности.

А как же город Мончегорск пережил Великую Отечественную войну?

«22 июня 1941 г. в 12 часов дня по городскому радио прозвучало правительственное сообщение о начале войны. Население сразу стало собираться по месту своей работы: в цехах, в конторах, в управлениях. На всех предприятиях и учреждениях прошли митинги.

В первые дни войны из города на фронт ушли более 1700 комсомольцев. Город был объявлен на военном положении, создан штаб противовоздушной обороны» [Мончегорск в документах ..., 2023].

Комбинат «Североникель» и город поначалу не бомбили, так как немцы надеялись заполучить город целым, а комбинат в рабочем состоянии. 26 июня 1941 г. поступил приказ о немедленной эвакуации комбината. Было приказано остановить производство, в течение 48 часов демонтировать оборудование и организовать эвакуацию. Работы велись круглосуточно, в две смены, с часовым перерывом на обед. По состоянию на 2 июля 1941 г. из Мончегорска было отправлено ___ вагонов оборудования и другого имущества предприятия. Однако в данном документе стерлись числа. Узнать сколько же вагонов с оборудованием было отправлено за столь короткий срок нам поможет ответ следующего примера.

$$\text{Найдите значение выражения: } 28,5 - \left(4 \frac{21}{40} - 5,25 \right) : 1 \frac{9}{20} - 21 \frac{7}{8} : \left(- \frac{7}{80} \right) =$$

Ответ: 279 вагонов.

Если внедрять элементы воспитательной работы в обозначенном ключе систематически и целенаправленно, то в результате такой деятельности, по нашему убеждению, возможно сформировать культурную, всесторонне развитую и воспитанную личность, способную мыслить, бережно относиться к предкам, к труду, к истории своей страны, любить свою Родину.

Список источников

Кожабаяев К. Г. Воспитание советского патриотизма в процессе обучения математике в восьмилетней школе / Автореферат диссертации на соиск. канд. пед. наук. 1984. URL: <https://www.dissercat.com/content/vospitanie-sovetskogo-patriotizma-v-protse-obscheniya-matematike-v-vosmiletnei-shkole>

Мончегорск в документах. 40-е годы. Текст: электронный // Краеведческий портал Мончегорска [сайт]. (In Russ.). URL: <https://krai.monlib.ru/40-e-gody/>

О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» по вопросам воспитания обучающихся. Федеральный закон от 31.07.2020 № 304-ФЗ. Текст: электронный // Официальное опубликование правовых актов [сайт]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007310075?index>

References

Kozhabayev K. G. Vospitanie sovetskogo patriotizma v processe obucheniya matematike v vos'miletnej shkole / Avtoreferat dissertacii na soisk. kand. ped. nauk. 1984. (In Russ.). URL: <https://www.dissercat.com/content/vospitanie-sovetskogo-patriotizma-v-protse-obscheniya-matematike-v-vosmiletnei-shkole>

Monchegorsk v dokumentah. 40-e gody. Tekst: jelektronnyj // Kraevedcheskij portal Monchegorska [sajt]. (In Russ.). URL: <https://krai.monlib.ru/40-e-gody/>

O vnesenii izmenenij v Federal'nyj zakon «Ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii» po voprosam vospitanija obuchajushhihsja. Federal'nyj zakon ot 31.07.2020 № 304-FZ. Tekst: jelektronnyj // Oficial'noe opublikovanie pravovyh aktov [sajt]. (In Russ.). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007310075?index>

Статья поступила в редакцию 04.08.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 04.08.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 53–63.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 53–63.

DOI: 10.37614/978.5.91137.510.2.008

УДК 372.893

С. В. Рогушин

Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия

boss.rogushin@list.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ ПО ИСТОРИИ В ШКОЛЬНОМ МУЗЕЕ: ИЗ ОПЫТА РАБОТЫ

Аннотация

Статья посвящена наиболее актуальному направлению функционирования школьных музеев, а именно организации проектной деятельности школьников по истории. На примере собственного методического опыта доказано, что использование материалов школьного музея способствует реализации компетентностного подхода в образовании. В статье подробно описан личный опыт автора по руководству проектной деятельностью учащихся. Обосновывается на примере создания виртуальной экскурсии по городу Мурманску эффективность проектной технологии и позитивный опыт развития исторического образования и воспитания в средней школе в рамках рассматриваемого вида проекта.

Ключевые слова:

проектная деятельность, школьный музей, метапредметные результаты, историческое образование, виртуальная экскурсия.

S. V. Rogushin

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

boss.rogushin@list.ru

ORGANIZATION OF STUDENTS' PROJECT ACTIVITIES ON HISTORY IN THE SCHOOL MUSEUM: FROM WORK EXPERIENCE

Abstract

The article presents the experience the most relevant direction of the functioning of school museums, namely the organization of project activities of schoolchildren in history. Using the example of our own methodological experience, it is proved that the use of school museum materials contributes to the implementation of a competence-based approach in education. The article describes in detail the author's personal experience in guiding students' project activities. Based on the example of creating a virtual tour of the city of Murmansk, the effectiveness of project technology and positive experience in the development of historical education and upbringing in secondary school within the framework of the considered type of project is substantiated.

Keywords:

students' project activity, school museum, meta-subject results, historical education, virtual tour.

Историческое образование в средней школе, как известно, традиционно развивается в условиях классно-урочной системы. С одной стороны, этот проверенный временем уклад обучения, сохранения исторической памяти и формирования равнодушного отношения к прошлому Родины доказал со временем свою универсальность и практическую надёжность. С другой стороны, данный подход не может претендовать на абсолютную адекватность современным задачам, предъявляемым к школе обществом и государством. В этой связи практика использования ресурсов школьного историко-краеведческого музея для исторического просвещения обучающихся и обучения их полезным навыкам самообразования набирает всё больше и больше сторонников среди педагогов. Однако не следует говорить о том, что эти два направления могут быть полностью взаимозаменяемы. Напротив, подобные подходы могут успешно дополнять друг друга и обогащать процесс работы над общей целью – воспитанием гражданина. В частности, в силу определённых преимуществ музейного

пространства знакомство с прошлым в его среде разнообразными способами получило дополнительный импульс посредством развития отечественного законодательства.

В настоящее время сложилась ситуация, при которой нормативные основы системы образования (Федеральный государственный образовательный стандарт третьего поколения от 31.05.2021, далее – ФГОС) предъявляют определённые требования к основным общеобразовательным программам. Эти требования определяют задачи реализации проектного подхода в обучении школьников. Ведущие отечественные специалисты помимо ФГОС подчёркивают ещё значение для усиления влияния проектной деятельности на работу в школе такого документа как Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 г. [Короткова, 2016, с. 174]. Поэтому закономерным следствием развития проектного направления в педагогике стал рост публикаций учёных в русле поиска и теоретического обоснования актуальных форм работы над проектами в школе. Присоединиться к практической проверке новых методик не замедлили и школьные педагоги. Они в свою очередь уделяют большое внимание особенностям проектной деятельности учащихся, когда организуют творческую исследовательскую деятельность с учениками, а затем публикуют авторские достижения в педагогических журналах. Такое положение дел вызвано высоким потенциалом рассматриваемого нами направления педагогической работы в рамках всестороннего развития личности и достижения ею ключевых образовательных компетенций.

Предельно актуальным направлением реализации проектной технологии в школе является использование ресурсов школьных музеев. Сегодня большинство исследователей позиционируют школьный музей как социально-культурный институт, выполняющий образовательные и воспитательные задачи в рамках учебного процесса [Мун, 2012; Тельманова, 2014]. В работах постулируется идея о том, что музей – это уникальное место синтеза культуры и образования. Детально выделяются и подвергаются научно-педагогическому анализу направления воздействия музейной среды на учащихся [Байбородова и Соколова, 2017]. Школьный музей – это уникальное пространство, в котором прикосновение ребёнка к прошлому помогает ему раскрыть свои способности. Оно становится подспорьем в решении непростой задачи по оценке перспектив собственного будущего. А требования упомянутого выше ФГОС к результатам обучения истории в плане личностного развития позволяют позиционировать музей как важное средство воспитания российской гражданской идентичности. В этой связи трудно переоценить роль музея для школы. К тому же, под влиянием требований ФГОС происходит, по мнению исследователей, даже смена музейно-педагогической парадигмы и образовательной траектории музея. Теперь в большинстве примеров образовательно-воспитательные возможности музея могут уместно дополнять традиционный урок по истории. Ведь в его среде можно достичь надёжных условий, способствующих восприятию аутентичного предмета в историко-культурном контексте. Подчеркнув этот нюанс, мы напоминаем, что традиция сотрудничества музея и школы имеет давние корни в России [Столяров, 2004]. Появление музеев при образовательных организациях вывело изучение проблемы на новый уровень. Интегрирование музея в преподавание конкретных учебных предметов способствует складыванию единого образовательного пространства в школе.

Авторы даже склонны выделять несколько моделей взаимоотношений между школой и музеем [Пугач, 2017]. Довольно большие надежды появляются на обновление концепции сотрудничества музея и школы как таковых, когда очевидной данностью стал период нового подъёма в истории музеев общеобразовательных организаций в современных условиях. Музей давно перестал быть хранилищем предметов, вышедших из употребления и собранных вместе по причине общей тематической принадлежности и в силу исторической ценности. В наши

дни наиболее распространённым вектором репрезентации исторического наследия обществу в музеях становится ориентация на интерактивное взаимодействие с аудиторией. Посетителю музея намного интереснее прикоснуться к предмету, стать участником некоего действия. А музей школы – это ещё и место учебной и гражданской активности детей, объект развития своих творческих способностей.

Таким образом, на сегодняшний день обозначился ряд существенных предпосылок для детального изучения образовательных возможностей музея. Разумеется, не следует полагать, что эта научная проблема стала рассматриваться специалистами весьма недавно. История развития такого явления в науке как музейная педагогика начинается в самом начале XX в. [Медведева, 2003, с. 67–68]. Важно подчеркнуть, что остаётся неизменным взаимодействие музея и школы на принципах общности решаемых задач этими социальными институтами. Изменения здесь происходили лишь в области представлений о целях и способах совместной работы музея и школы под влиянием господствующей идеологии и общепринятых образовательных концепций [Шеховская и Мандебура, 2011].

В первой четверти XXI в. повышается значимость музея в школе как центра исследовательской и проектной работы учащихся. Осуществление проектной деятельности учащихся по истории на базе школьного музея может развиваться по разным направлениям. Варьируются между собой типы проектов, их размах, характер их значения для развития способностей обучающихся. Огромное количество методических разработок педагогов, описывающих разнообразные реальные проекты по истории, создаваемые на основе материалов музея школы – это зримое свидетельство развивающегося направления работы школьного центра научно-исследовательского творчества обучающихся.

В этой области профессиональной деятельности перед педагогом встают определённые трудности. Поэтому исследование методических и компетентностных особенностей работы обучающихся под руководством педагога представляет значительный научный и практический интерес. Данная тема находится на стыке одновременно нескольких актуальных направлений научного педагогического поиска. Среди них технология проектной работы учащихся, музейная педагогика, реализация компетентностного подхода, воспитание гражданственности, а также совершенствование педагогического мастерства сотрудника музея и т.д. В этих условиях значительный научно-практический интерес представляет анализ успешных методических практик.

Научно-исследовательская деятельность учащихся рассматривается в качестве одной из прогрессивных форм обучения в современной школе. Возможности школьного музея «История освоения Арктики» им. О. Ю. Шмидта для вовлечения обучающихся в проектную деятельность трудно переоценить.

Музей начал свою работу 24 апреля 1971 г. в математической школе № 46 – позже гимназии № 4 и лицее № 4 (ныне – Мурманском академическом лицее). Идея организации музея относится ко времени, когда вся страна встала на трудовую вахту в честь столетия со дня рождения В. И. Ленина. Инициаторами его создания были директор школы Анатолий Александрович Алов и завуч школы, заслуженный учитель РСФСР Тамара Павловна Соколова. Это решение поддержали партийная организация, комитет комсомола, совет пионерской дружины. Учащиеся самостоятельно провели большую поисковую работу. Через Мурманский областной краеведческий музей, Музей Арктики и Антарктики в Ленинграде, Архангельский и Одесский краеведческие музеи ребята получили адреса известных полярников и их родных. Завязалась переписка, в школу стали приходить материалы: книги, фотографии, документы из Института Физики Земли, Института Арктики и Антарктики, от полярников со станций «Северный полюс» – 16, 18, 19, из музеев Таймыра, Находки, бухты

Провидения. Пришли письма от участников челюскинской эпопеи. Из числа челюскинцев откликнулись на обращения школьников метеорологи Ольга Николаевна Комова и её супруг Николай Николаевич, гидрограф Петр Константинович Хмызников, старший механик Александр Эрландович Погосов и другие. Близкие и родные полярников писали в музей. Среди них были Пелагея Ивановна Воронина, Нелли Викторовна Сорокина, Елена Владимировна Лактионова, Ксения Всеволодовна Гаккель, Анна Григорьевна Николаева. Приходили письма от племянника капитана ледокола «Красин» Михаила Яковлевича Сорокина, от Софьи Владимировны Козловской, научного сотрудника Института Физики Земли, биографа О. Ю. Шмидта. К открытию музея было готово девять экспозиций:

1. Первые Герои Советского Союза.
2. Подвиг челюскинцев.
3. 812 дней во льдах.
4. Научные работы в Арктике.
5. Первые советские ледоколы и их капитаны.
6. Советские учёные в Арктике.
7. От полюса до Гренландии на льдине.
8. Современный ледокольный флот.
9. Слава покорителям Арктики.

После открытия музея вся деятельность учащихся была направлена на расширение фондов, укрепление связей с общественными организациями, выдающимися людьми и пропаганду изучения истории и освоения Арктики. За более полувековую историю своего существования музей осуществил свыше тысячи встреч с героями СССР и России, ветеранами труда, наследниками О. Ю. Шмидта. Например, 6 июля 1983 года Мурманск встречал полярную экспедицию газеты «Советская Россия». Шестерых отважных участников приветствовал И. Д. Папанин. Начальником экспедиции Сергеем Соловьёвым школьному музею была передана в дар упряжка из шести лаек, фотографии, вымпел и другие материалы. К 70-летию Мурманска усилиями кропотливой пятилетней работы следопытов нашего музея и решением Горисполкома в городе появилась улица имени И. Д. Папанина.

В настоящее время, музей располагает более 18 тысячами экспонатов, третья часть из них подлинные, стоящие на учёте в Мурманском областном краеведческом музее. Гордостью музея является его библиотека. Вот уже многие годы музей служит учебно-исследовательским центром в Мурманском академическом лицее (МБОУ МАЛ). Учащиеся, ведущие систематическую работу в музее лицея, становятся участниками региональных научно-практических конференций. Как правило, лицеисты отдают предпочтение при выборе тем проектов общественно-значимым проблемам и обнаруживают текущие потребности школы, ученического сообщества. Таким образом коллекции музея вступают в реальную коммуникацию с обществом, выходя нередко за рамки школы.

В 2022–2023 учебном году на базе музея «История освоения Арктики» им. О. Ю. Шмидта был реализован и успешно представлен на региональных соревнованиях программы «Шаг в будущее» один из таких проектов. Ученик 9 класса теоретически обосновал и практически реализовал исследовательский проект под названием «История Арктики на улицах Мурманска (виртуальная экскурсия с использованием материалов школьного музея «История освоения Арктики» им. О. Ю. Шмидта)».

Трёхлетний стаж участия юноши в работе актива Совета музея, знание состава фонда и истории музея поспособствовали активному решению исследовательских задач. Личный интерес к истории у лицеиста, увлекающегося изучением прошлого родного края, в данном

случае столкнулся с необходимостью презентовать краеведческий материал сверстникам. Сконцентрировать внимание на актуальности выбранной темы помогло тематическое родство профиля музея с имиджем региона в целом и города в частности. Тут же встал важный вопрос о поиске адекватных форм презентации его подросткам. С одной стороны, проблема соотношения познавательных способностей детей и необходимости их исторического просвещения подтолкнула автора сделать выбор в пользу виртуализации музея. Оценка преобладающих особенностей восприятия информации средними школьниками позволила предположить, что перевод содержания музейных коллекций в виртуальный формат станет целесообразным и эффективным решением. Возможности виртуального пространства безграничны в отношении подачи материала, доступности для посетителей, использования средств продвижения информации о музее. К тому же достаточный объём умений в области сайтостроения и веб-дизайна вдохновил ученика на творческий подход к делу.

В начале работы над проектом пришлось решать вопрос об определении ключевых дефиниций темы. Среди них были такие термины как «экскурсия», «виртуальная экскурсия», «исследовательский проект», «экспозиция», «музейная коммуникация» и другие. Затем под руководством педагога были определены этапы всей работы над проектом. Среди них перечислим наиболее основные.

1. Отбор содержания виртуальной экскурсии.

Необходимо было соотнести имеющиеся в музее сведения о деятелях Заполярья с упоминанием этих людей в топонимике города Мурманска. В рамках этой задачи осуществлена также классификация экспонатов по группам. Тем самым, выполняя одну функцию, ученик параллельно внёс полезный вклад в систематизацию музейного собрания. Здесь же отрабатывались умения музейно-фондовой работы с предметами разного свойства. В итоге сильной стороной данного проекта стала опора на внушительный массив оригинальных источников. Не вызывает удивления факт, что тип и происхождение их различны.

Была поставлена и решена задача по фотографированию отобранных экспонатов. Подготовка визуального ряда для изготовления сопроводительной наглядности к виртуальной экскурсии явилась важной частью работы. Отбор материалов для фотографирования произвели по принципу принадлежности экспоната к имени известного человека. Сюда вошли как личные вещи полярников, учёных и общественных деятелей, так и оригиналы, копии фотографий, на которых изображены они лично или события и объекты, названные в их честь. В поле нашего внимания вошли экземпляры полярной филателии (почтовые марки), раритетные книги, справочная информация, накопленная за многие годы. Отдельная группа фотоматериалов была подготовлена в непосредственной близости с городскими объектами культуры. Меньшая часть наглядности заимствована была в сети Интернет.

2. Оценка ресурсов музейной библиотеки на предмет уточнения сведений о жизни и деятельности именитых граждан.

На первый взгляд может показаться, что такой подход чреват излишним усложнением задачи – ресурсы сети Интернет куда богаче и проще в навигации. Однако поиск информации в реальной книге принципиальным образом отличается от скачивания данных с сайта. В первом случае ребёнок в области личных приращений учится быть независимым, тренирует свою волю и память. Работа с текстом печатной книги подразумевает совершенствование универсальных учебных и исследовательских действий.

Большое количество предметов, ставших «иллюстрациями» к историям из жизни выдающихся людей Кольского Заполярья и Арктики в целом, а также богатство обзора

литературы из музейной библиотеки стали фундаментом подготовки краткой справочной информации к разделам сайта и виртуальной экскурсии как таковой. Была частично использована информация с экспозиционных стендов музея, приходилось анализировать источники эпистолярного жанра из коллекции «Полярная почта».

3. Обзор имеющегося опыта других музеев, работавших в этом направлении.

Разумеется, созданию собственно проекта предшествовало изучение круга литературы в сети Интернет на сайте «Киберленинка» и в иных источниках. Поиск информации здесь был направлен на выявление имеющегося в российских школах опыта разработки подобной темы. Результаты анализа литературы показали, что идея создания виртуальных экскурсий из года в год становится всё более популярной. Нам удалось установить, что активисты школьных музеев подхватили инициативу виртуализации музейного собрания вслед за крупными федеральными и областными музеями. А опыт, описанный в статьях учителей и методистов из других регионов России, помог определить структуру исследовательской работы, глубже осознать важность труда и ценность планируемого результата, выбрать платформу для создания проекта.

4. Изучение основных принципов создания виртуальной экскурсии.

Успех любой творческой работы зависит как от способностей человека, её выполняющего, так и от средств, находящихся в его распоряжении. На этом этапе происходило соотношение реальных умений автора проекта в конструировании сайта с предложенными способами создания виртуальных экскурсий. Из нескольких конструкторов сайтов был выбран адекватный бесплатный сервис «Wix» [Музей «История освоения Арктики», 2023].

Результат проделанной работы воплотился в сайт современного внешнего вида и понятного расположения информационных страниц. Оформление главной страницы, на которую первоначально попадает человек, переходя по ссылке, содержит фон, соответствующий тематике экскурсии. Посетитель сразу увидит перед глазами официальные символы Мурманской области, Ассоциации полярников России, логотип Правительства Мурманской области «На Севере – жить», QR-код для перехода на данный сайт с мобильного устройства. Его изображение может быть свободно использовано для распространения информации о виртуальной экскурсии. Ниже представлена форма для подписки на сайт, контакты автора виртуальной экскурсии, адрес учебного заведения и спутниковая карта с меткой расположения МБОУ МАЛ, оснащённая гиперссылкой.

Панель с разделами на главной странице представлена вкладками «Главная», «Виртуальные туры», «Контакты», «О нас» и «VK». При нажатии на первую вкладку посетитель оказывается на стартовой странице сайта. Раздел «VK» предназначен для демонстрации внешнего вида сообщества музея Вконтакте. Его наличие оправдывается тем, что не каждый пользователь сумеет сразу найти актуальную страницу музея в социальных сетях. Поэтому изучить повседневную жизнь музея, проследить за новостями в ленте посетитель сможет, не покидая сайта с виртуальной экскурсией. Создание раздела под названием «О нас» обусловлено тем, что на просторах интернета трудно найти достоверную и полную информацию об истории музея. Здесь же мы разместили сведения об актуальных экспозициях, охарактеризовали ряд уникальных предметов, дали последовательное изложение этапов исторического развития школьного музея, указали самые значимые события, произошедшие в его стенах за 50 лет. Вкладка «Контакты» предназначена для быстрой связи с авторами проекта через заполнение формы.

Основной раздел сайта называется «Виртуальные туры». Фоном его служит зимняя панорама Мурманска. Замысел раздела не ограничивается только вкладкой для тематической

виртуальной экскурсии «История Арктики на улицах Мурманска». Мы учитываем то, что сайт будет развиваться, поэтому подготовили блоки для создания других экскурсионных маршрутов в будущем. Ну а пока посетитель может, не выходя из дома, путешествовать по улицам города и изучать историю Арктики, попутно знакомясь с нашим музеем. Нажатием левой кнопкой компьютерной мыши на иконку «Вперёд» в рамочке посетитель переносится в увлекательное путешествие по городу.

Восприятие страницы сайта начинается с её художественного оформления. Для фона мы использовали «живое» изображение арктического пейзажа. Центральное место занимает рамка с гугл-картой. На ней посетитель увидит город Мурманск с расположенными на улицах значками (иконками) тех мест, которые планируется посетить в рамках виртуальной экскурсии. Справа от окна со спутниковой картой находится список из имён и фамилий людей, оставивших значительный след в истории развития Мурманска и Арктики в целом. Перечень состоит из двенадцати экскурсионных локаций. Каждая ссылка на историческую личность направляет посетителя на одноимённые объекты показа в экскурсии. В этом главный замысел автора виртуальной экскурсии. Прежде, чем человек переходит на персональную страницу, чтобы увидеть объекты показа на локациях и их описание, а также биографию выдающегося человека, он выбирает на карте географическую точку. Каждая улица, мемориальное место, достопримечательность на карте кратко поименованы. Используя функцию приближения и удаления от объекта, посетитель может отчётливо видеть, какой реальный маршрут ведёт к тому или иному памятному месту. Эта функция также даёт возможность получить первичное представление о степени удалённости объектов друг от друга в черте города, их географии в целом.

Главную экскурсионную информацию мы поместили на сайте в соответствии с названием каждого пункта в списке. Нажатие на каждую надпись отправляет гостя сайта на конкретный объект экскурсии. Его страница выглядит весьма сдержанно. На страницах экскурсионных локаций мы поместили краткую информацию об истории улицы, сведения из биографии человека, имя которого она носит. Рассказ мы сопроводили достаточным количеством наглядного материала. Это – портреты деятелей, музейные экспонаты, к ним относящиеся и городские объекты, хранящие в себе историю человека, города, Кольского Заполярья и суровой Арктики, как в целом, так и отдельных эпизодов её исследования.

Данная работа была представлена на XVII Соревновании молодых исследователей программы «Шаг в будущее» в Северо-Западном федеральном округе Российской Федерации и V Региональной молодежной научной конференции «Будущее Севера». Успешная демонстрация обучающимся результата проделанной работы членам жюри на соревнованиях получила высокую оценку экспертного сообщества. Юноша стал дипломантом II-й степени и был награждён отдельным дипломом «За успехи в научно-исследовательской деятельности».

Таким образом реализация проекта учеником обеспечивала решение нескольких образовательных и воспитательных задач одновременно:

1. Подробное изучение фондов музея, историй появления экспонатов в нём, совершенствование умений работы с объектами хранения. Это обстоятельство вывело ученика на углублённый уровень освоения программы «Музейное дело» в сравнении с другими членами Совета музея.

2. Краеведческое просвещение лицеистов посредством перевода музейных экспозиций в виртуальное пространство. Учёт познавательных особенностей современных школьников дал понять, что электронный вариант музея будет более популярным в подростковой среде. Для большинства детей герои Арктики, чьи имена вписаны в историю Мурманска или отражены в

топонимике города, ни о чём не говорят. Поэтому наш проект – попытка сделать героическое прошлое края актуальным поведенческим ориентиром для юношества.

3. Активизация интереса обучающихся к истории города. Отмечено, что потенциал школьного музея позволяет, приобщая детей к изучению экспонатов, принадлежавших покорителям Арктики, повышать мотивацию к самообразованию, оценивать и корректировать поведение своё и окружающих людей со ссылкой на примеры выдающихся личностей.

4. Патриотическое воспитание подрастающего поколения.

5. Воспитание самостоятельности в планировании исследовательской деятельности.

В процессе работы над проектом обнаружились проблемы, существенно осложнявшие самостоятельное продвижение обучающегося к цели. Педагогу было необходимо консультировать обучающегося по вопросам отбора персоналий для виртуальной экскурсии. Ученик столкнулся с затруднениями на этапе составления перечня экспонатов, которые он будет использовать в работе. Обеспечение этой задачи требовало педагогического сопровождения. Совместный с учителем поиск необходимой литературы в библиотеке музея и анализ экспозиционных стендов позволил собрать материал для подготовки информационных справок к виртуальной экскурсии. Структура сайта с экскурсией, дизайн разделов и страниц, содержательное наполнение и иные вопросы нуждались в контроле со стороны педагога, разумном вмешательстве и коррекции деятельности на разных этапах.

Итогом работы над проектом стало появление сайта музея. Апробации его в ученической и взрослой среде показали интерес респондентов к проектному продукту. Доказательством успеха проекта служат отзывы людей, посетивших реальный музей после знакомства с виртуальным содержанием. Мы подтвердили мысль о том, что наилучшим образом для сохранения историко-культурного наследия подойдут средства, находящиеся в распоряжении современного веб-дизайнера. Так как молодежь имеет в своем арсенале множество технических и программных средств, прибегает к прогрессивным технологиям, стремится к интеграции знаний. А показателем успеха работы педагога можно считать устойчивое желание ученика развивать проект в других направлениях. Профиль музея и тематика экспонатов обеспечивают для этого все условия.

Опыт реализованных обучающимися МБОУ «Мурманский академический лицей» музейных проектов не ограничивается примером, охарактеризованным выше. На базе музея «История освоения Арктики» им. О. Ю. Шмидта систематически осуществляется проектная деятельность учащихся. В основном инициатива начать работу над проектом по той или иной теме диктуется логикой работы школьного музея. В этой связи, мы полагаем, можно условно выделить несколько направлений работы музея, которые лежат в основе выбора темы проекта и его целевых и ценностных установок.

Итак, во-первых, музей традиционно проводит внутреннюю работу с действующими экспозициями. С ними можно работать как минимум в трёх направлениях: обновление экспозиций или создание новых тематических разделов, а также разработка и проведение экскурсий для школьников. Лицеисты, состоящие в Совете музея, после прохождения необходимой подготовки в праве самостоятельно выполнять данные виды работ. На наш взгляд создание полноценной экспозиции и подготовка экскурсии в школьном музее выступают в качестве примеров проектной деятельности. Таким образом происходит обучение ребёнка основам музейного дела, воспитывается самостоятельность, возникает чувство уважения к историческим источникам, закладывается понимание значимости собственного труда. Презентация своей работы учеником происходит в рамках музейного тематического занятия. Более эффективным средством проверки успешности достигнутого результата служит включение её в экскурсионный маршрут по музею.

Анализ собственного методического опыта ставит вопрос о классификации реализованных под нашим руководством ученических проектов. Типы проектов, описанные выше, мы рассматриваем в качестве краткосрочных. То есть использование результата процесса проектирования чрезвычайно ситуативно. При этом материал проекта сохраняется на будущее, и его можно «поднять» в следующем году. Так происходит накопление методического материала Совета музея, формируется банк разработок. Разумеется, у детей, проектирующих экскурсию, оттачиваются основные универсальные учебные действия (УУД). Воспитывается костяк «профессиональных» музейщиков.

Очередным примером краткосрочного проекта выступает создание плаката-комикса на заданную тему. В школьном музее также есть место и для долгосрочных (долговременных/универсальных) проектов. Иначе говоря, работа учащихся направляется на создание универсальных музейных проектных продуктов. Что особенно важно, так это жёсткая привязка их к школе или нашему музею, в частности. Далее мы предлагаем обзор реализации другого направления проектной работы школьного музея «История освоения Арктики» им. О. Ю. Шмидта.

В текущем учебном 2022/2023 году был предложен проект разработки игры по экспозициям музея. В форме прохождения заданий поискового квеста командами происходит самопрезентация нашего музея. Вопросы игры, предполагающие проявление таких качеств как внимательность, умение эффективной работы в команде, логические мыслительные операции, построены по принципу тематико-ориентированных групп. Игра имеет свою структуру, определена её продолжительность по времени, разработана система оценивания результатов командной игры, а также принципы награждения и штрафных санкций за нарушение правил. Организованной группой мы посетили Фестиваль музеев Арктики, который проходил в Мурманском областном краеведческом музее 15–16 октября 2021 г. В результате родилась идея воспроизвести задумку карточной игры «Один день на полярной станции». В учебном (2021/2022) году проводилась большая работа по подготовке видео-экскурсии по музею образовательной организации. По итогам конкурса музеев в целом мы заняли третье место, а дети как лучшие экскурсоводы получили дипломы победителей регионального уровня. В свою очередь в декабре 2022 г. несколько ребят стали участниками федерального конкурса «90 лет Северному морскому пути». Пятиклассники в течение недели осенних каникул создавали уникальную модель атомного ледокола. Дети стали лауреатами конкурса и получили в награду дипломы за 2-е место в номинации «Лучшая модель корабля ледового класса» по Мурманской области. Параллельно работе над этим проектом ученики начальной школы при посредничестве руководителя музея участвовали в этом конкурсе в номинации «Лучший рисунок на тему Арктики». В этой связи в музее появилось большое количество детских рисунков. Часть из них была оценена на конкурсе дистанционно, а часть осталась невостребованной. Советом музея было принято решение создать выставку рисунков детских работ и таким образом провести дополнительное мероприятие в рамках недели Арктики в лицее.

Ряд проектов, создаваемых в школьном музее, направлены на распространение информации о нашем музее. Эти проекты нацелены в основном на внешнюю аудиторию в рамках выездных визитов Совета музея в учреждения культуры города Мурманска. В мае 2022 г. ученики 8-х классов, когда готовились к выступлению с презентацией «Выдающиеся полярники в экспозициях музея» в филиале № 11 Центральной городской библиотеки, мальчики выбрали на свой взгляд наиболее выдающихся покорителей Севера, истории подвигов которых отражены в экспозициях музея, сделали краткие информационные справки для них на слайдах. Таким образом ко Дню полярника (21 мая) музей подготовил не только радиопередачу с

вопросником в конце её, но и выездное мероприятие в город. Другой пример такого проекта – подготовка доклада про героя Советского Союза Н. А. Лунина и капитана В. И. Вороника для выступления на открытии в Центральной городской библиотеке проекта «Знай наших!» по случаю празднования Дня героев Отечества.

Следуя логике классификации проектов в нашем музее, предложенной выше, данные примеры можно отнести к долговременным. То есть применение результата проекта возможно при любом удобном случае для пропаганды нашего музея и популяризации знаний об исследователях Севера и Арктики. Викторину для команд 5–6 классов в формате «Своей игры» на основе мультимедийной презентации разработали старшеклассники в контексте общешкольного празднования даты освобождения советского Заполярья в годы Великой Отечественной войны.

Подготовка и проведение тематических гостиных и круглых столов – это тоже примеры совместного творчества руководителя и детей. Проект круглого стола «Белый медведь. Настоящее и будущее» во многом реализован силами руководителя музея при помощи старшеклассников. С докладами выступили ученики 5–9 классов. Мероприятие было посвящено Международному дню полярного медведя, который отмечается 27 февраля. Разработка такого музейного мероприятия – это тоже проект. Информационная кампания о готовящемся мероприятии была проведена при помощи школьного самоуправления. Также по школе разместили плакаты-афиши, нарисованные ученицами 5Б класса, Совет музея прозвучал с этой информацией по радио.

Отдельный аспект руководства проектной деятельностью учащихся по истории на материалах школьного музея представляет учёт возрастных особенностей школьников. От того, насколько юн обучающийся, зависит уровень сложности поручений, которые даёт ребёнку руководитель. С другой стороны, отметим прямую зависимость результативности проектной деятельности от психологических и когнитивных особенностей возраста школьников. Вместе с тем, во всех примерах обнаруживает себя ожидаемое соответствие уровня итога работы над проектом возрастной группе обучающихся.

Вместе с тем, существующие условия развития системы среднего образования предписывают обучающимся среднего звена включаться в проектную деятельность, постигая её основы. А при том, что нормативные требования в ряде случаев не соответствуют реальным возможностям образовательного процесса в школе, роль школьного музея несоизмеримо возрастает. Он в действительности становится местом общения ребёнка с культурно – историческим наследием своей страны, края.

Таким образом, организация проектной деятельности обучающихся в школьном музее – это перспективное направление реализации компетентного подхода в образовании. Направления проектирования и результаты этой деятельности могут воплощаться в абсолютно разных формах. Преимущественно на примере главного примера проектной работы учащегося по истории в настоящей статье сильной стороной данного вида деятельности в школе выступает возможность достижения основных результатов обучения: личностных, метапредметных и предметных. Ведущим критерием эффективности проектного подхода в работе школьного музея выступают, на наш взгляд, сформировавшиеся у обучающегося умения и навыки, требуемые для самостоятельного учебного и научно-исследовательского труда.

Резюмируя основные показатели выполнения проекта по созданию виртуальной экскурсии и сайта музея, зафиксируем следующее: опыт подтвердил справедливость нашего мнения о том, что наиболее перспективной формой реализации проектной деятельности в условиях школьного музея выступает создание виртуальной экскурсии. Такой вид проекта

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 53–63.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 53–63.

способствует развитию исторического образования в средней школе. В целом, полученный нами позитивный опыт результата проектирования может служить примером для других практикующих педагогов.

Список источников

Байбородова Л. В., Соколова М. В. Использование ресурсов школьных музеев в учебно-воспитательном процессе // Ярославский педагогический вестник. 2017. № 1. С. 59–65.

Короткова М. В. Музейная педагогика в свете тенденций развития исторического образования XXI века // Наука и школа. 2016. № 2. С. 173–179.

Медведева Е. Б. Музейная педагогика в Германии и России: История и современность: учеб. пособие. М., 2003.

Музей «История освоения Арктики» [Электронный ресурс]. URL: <https://shmidt51.wixsite.com/mk51>

Мун Л. Н. Музейная педагогика в современном образовательном пространстве // Психология, социология и педагогика, 2012, № 9 [Электронный ресурс]. URL: <https://psychology.snauka.ru/2012/09/1064> (дата обращения: 27.10.2023)

Пугач О. В. Музейная педагогика: проблемы и перспективы развития // Вестник Донецкого педагогического института, 2017, № 2, С. 178–186.

Столяров Б. А. Музейная педагогика. История, теория, практика: учеб. пособие. М., 2004. С. 24–30.

Тельманова А. С. Диверсификация роли школьного музея в социально-культурном пространстве // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств, 2014, № 28, С. 95–101.

Шеховская Н. Л., Мандебура Е. П. Музейная педагогика: историко-педагогический анализ // Вопросы журналистики, педагогики, языкознания, 2011, № 6 (101), С. 343–350.

Юхневич М. Ю. Я поведу тебя в музей: учеб. пособие по музейной педагогике. М., 2001. 223 с.

References

Bajborodova L. V., Sokolova M. V. Ispol'zovanie resursov shkol'nyh muzeev v uchebno-vospitatel'nom processe // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik, 2017, № 1, pp. 59–65. (In Russ.).

Korotkova M. V. Muzejnaja pedagogika v svete tendencij razvitija istoricheskogo obrazovanija XXI veka // Nauka i shkola, 2016, № 2, pp. 173–179. (In Russ.).

Medvedeva E. B. Muzejnaja pedagogika v Germanii i Rossii: Istorija i sovremennost': ucheb. posobie. Moscow, 2003. (In Russ.).

Muzej «Istorija osvoenija Arktiki» [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://shmidt51.wixsite.com/mk51>

Mun L. N. Muzejnaja pedagogika v sovremennom obrazovatel'nom prostranstve // Psihologija, sociologija i pedagogika, 2012, № 9 [Jelektronnyj resurs]. URL: <https://psychology.snauka.ru/2012/09/1064> (data obrashhenija: 27.10.2023) (In Russ.).

Pugach O. V. Muzejnaja pedagogika: problemy i perspektivy razvitija // Vestnik Doneckogo pedagogicheskogo instituta, 2017, № 2, pp. 178–186. (In Russ.).

Stoljarov B. A. Muzejnaja pedagogika. Istorija, teorija, praktika: ucheb. posobie. Moscow, 2004. pp. 24–30. (In Russ.).

Tel'manova A. S. Diversifikacija roli shkol'nogo muzeja v social'no-kul'turnom prostranstve // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta kul'tury i iskusstv, 2014, № 28, pp. 95–101. (In Russ.).

Shehovskaja N. L., Mandebura E. P. Muzejnaja pedagogika: istoriko-pedagogicheskij analiz // Voprosy zhurnalistiki, pedagogiki, jazykoznanija, 2011, № 6 (101), pp. 343–350. (In Russ.).

Juhnevich M. Ju. Ja povedu tebja v muzej: ucheb. posobie po muzejnoj pedagogike. Moscow, 2001. 223 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 11.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.
The article was submitted 11.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

Г. А. Ефименко¹, К. В. Инкола¹, Ю. В. Шокина¹, П. Е. Баланов²

¹ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия

²ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «ИТМО»», г. Санкт-Петербург, Россия

flower_25.04g@mail.ru, inkolakv@mstu.edu.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru, balanov@yandex.ru

РАЗРАБОТКА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВИННЫХ НАПИТКОВ НА ОСНОВЕ ЯГОД-ДИКОРОСОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Аннотация

В статье приведены результаты научного обоснования технологического решения, направленного на усиление ягодных нот в букете разработанного ранее винного напитка на основе ягодного пюре черники и вороники. Экспериментально подтверждена эффективность внесения в винное сусло порошка сушеной мезги ягод (черники) в качестве источника полифенольных соединений, ответственных за формирование букета вин и винных напитков. С использованием метода нечетких множеств, реализованного в программном пакете MatLab, найдены оптимальные технологические параметры подготовки и внесения ягодной мезги, а именно – способ и температура сушки мезги черники, собранной на этапе получения ягодного пюре и подвергнутой затем шоковому замораживанию в целях сохранения и пролонгирования сроков годности ценного вторичного пищевого сырья; длительность настаивания сусла на ягодной мезге и массовую долю порошка сушеной мезги, добавляемой в сусло для усиления типичных ягодных нот в букете разработанного винного напитка.

Ключевые слова:

винный напиток, ягодное пюре, черника, вороника, оптимальная рецептура, сушеная мезга.

G. A. Efimenko¹, K. V. Inkola¹, Yu. V. Shokina¹, P. E. Balanov²

¹Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

²National Research University "ITMO", St. Petersburg, Russia

flower_25.04g@mail.ru, inkolakv@mstu.edu.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru, balanov@yandex.ru

CREATING AND IMPROVING THE TECHNOLOGY OF WINE DRINKS BASED ON WILD BERRIES OF THE KOLA PENINSULA

Abstract

The article presents the results of scientific substantiation of a technological solution aimed at strengthening berry notes in the bouquet of a previously developed wine drink based on berry puree of blueberries and crowberries. The effectiveness of introducing dried berry pulp powder (blueberries) into the wine wort as a source of polyphenol compounds responsible for the formation of a bouquet of wines and wine drinks has been experimentally confirmed. Using the fuzzy sets method implemented in the MatLab software package, optimal technological parameters of preparation and application of berry pulp were found, namely, the method and temperature of drying blueberry pulp collected at the stage of obtaining berry puree and then subjected to shock freezing in order to preserve and prolong the shelf life of valuable secondary food raw materials; the duration of infusion of wort on berry pulp and the mass fraction of dried pulp powder added to the wort to enhance the typical berry notes in the bouquet of the developed wine drink.

Keywords:

Wine drink, berry puree, blueberry, crowberry, optimal recipe, dried pulp.

Введение

Мурманская область – уникальная во всех отношениях арктическая территория России, которая постепенно становится одним из наиболее перспективных туристических направлений на ближайшую перспективу. На формирование этого направления оказали влияние два фактора. Первый – это открытие продаж Атомфлотом путешествий к Северному

полюсу зарубежным туристам, характеризующихся как путешествия премиум-класса со стоимостью тура в десятки тысяч долларов США для одного туриста. Второй – это открытие полярного маршрута с обязательным посещением районов, в которых путешествующий гарантированно увидит северное сияние в зимний период. Ключевым потребителем первого маршрута стали богатые западноевропейские и североамериканские туристы, а второго – многочисленные группы китайских туристов со средним доходом. С приходом санкций, значительно ограничивших возможности международного туризма для россиян, резко возросла роль внутреннего туризма, на рынке которого в 2022 г. Мурманская область вошла в пятерку лидеров.

Важной составляющей арктического туризма становится гастрономический туризм, способствующий повышению привлекательности полярных регионов России. В основе формирующейся как туристический бренд современной арктической кухни – разнообразные блюда из свежельвовленных морепродуктов и рыбы северных морей, морских трав, оленины и северных ягод. Исключительно региональное сырье растительного и животного происхождения, используемое кулинарами для разработки новых блюд, обладает не только привлекательным вкусом, но и содержит в своем составе огромное количество полезных веществ – микро- и макроэлементов, витаминов, биологически-активных веществ, что позволяет оценивать практически все блюда арктической кухни как обогащенные и обладающие функциональными свойствами. Однако до настоящего времени в арктической кухне отсутствуют винные напитки.

Ягоды Кольского полуострова – черники и вороники – могут стать основой для создания регионального бренда винных напитков, как элемента арктической кухни. Сезонный сбор ягод при условии их последующей шоковой заморозки обеспечит стабильные годовые запасы сырья нового винодельческого производства [Ефименко и др., 2022; Мельникова и др., 2019].

Анализ химического состава ягод черники и вороники можно сказать, что они богаты питательными веществами, микроэлементами и витаминами, и, как следствие, будут оказывать мощное полезное воздействие на организм человека, насыщая его недостающими элементами [Разработка ценных пищевых продуктов ..., 2008; Типсина и Яковчик, 2013] Химический состав ягод черники и вороники представлен в таблице 1 и 2.

Реализацию концепции безопасного питания в современных условиях невозможно осуществлять без учета проблем, связанных с потреблением алкогольных напитков. В связи с этим активизирована работа по проведению фундаментальных исследований в области плодового виноделия. Такие исследования способствуют развитию виноделия будущего, готовя благоприятную почву для революционного реформирования винодельческой науки. В 2019–2022 гг. на кафедре технологий пищевых производств Мурманского арктического университета активно проводились исследования, успешно завершившиеся разработкой технологии винного напитка на основе ягод черники и вороники, собранных в сезон на Кольском полуострове. Разработанная технология основывалась на использовании комбинированного сырья для получения винного суслу.

Как известно, ягодное сырье Кольского полуострова из-за повышенной кислотности и высокого содержания бензойной кислоты – мощного антисептика, не позволяет протекать процессу спиртового брожения в правильном для получения вина и винных напитков направлении и с необходимой интенсивностью. В этих условиях научное обоснование и разработка технологического решения, направленного на улучшение букета разработанного винного напитка на основе ягод-дикоросов Кольского Заполярья – черники и вороники – представляет собой актуальную цель исследования.

Таблица 1. Химический состав ягод черники и вороники [Типсина и Яковчик, 2013]

Table 1. Chemical composition of blueberries and crowberries [Tipsina and Yakovchik, 2013]

Питательные вещества, микроэлементы, витамины на 100 г продукта	Черника
Вода, г	86,0
Жиры, г	0,6
Углеводы, г	7,6
Моно- и дисахариды, г	7,6
Пищевые волокна, г	3,1
Органические кислоты, г	1,2
Фенольные соединения, г	0,1-0,6
Пектиновые вещества, г	0,2-0,7
Зола, г	0,4
Витамин А	1,7
Витамин В1	0,04
Витамин В2	0,03
Витамин С	0,6
Витамин РР	0,4
Железо	0,7
Калий	51,0
Кальций	12,0
Магний	6,0
Натрий	3,0
Фосфор	13,0
Цинк	0,16

Таблица 2. Химический состав ягод вороники [Разработка ценных пищевых продуктов ..., 2008]

Table 2. Chemical composition of crowberries [Development of valuable food products ..., 2008]

Питательные вещества, микроэлементы, витамины на 100 г продукта, грамм	Вороника
Влага	89,56
Азотистые вещества, в пересчете на белки	2,43
Липиды	0,96
Минеральные вещества	0,6
Сахар	3,0
Пектиновые вещества	0,68
Красящие вещества	2,64
Клетчатка	3,66
Титруемая кислотность по лимонной кислоте	0,4
Витамин С	18,0
β-каротин	1,76

Задачи исследования:

1. Предложить технологическое решение, направленное на улучшение букета разработанного ранее винного напитка на основе ягодного пюре черники и вороники.

2. Исследовать возможность и целесообразность использования мезги ягод (черники и вороники), содержащей полифенольные соединения, отвечающие за формирование вкусоароматических свойств винных напитков, для их интенсификации.

3. Предложить эффективный способ консервирования ягодной мезги – отходов от получения ягодного пюре.

4. Предложить симулятор – объект исследования, имеющий адекватные винному напитку функционально-технологические свойства винного суслу на основе яблочного сока и ягодного пюре из черники и вороники для исследования влияния сушеной мезги ягод на формирование букета напитка.

5. Исследовать влияние длительности и температуры конвективной воздушной сушки ягодной мезги, а также влияние весовой концентрации сушеной измельченной ягодной мезги в составе винного суслу на качество симулятора винного напитка (органолептическую оценку интенсивности аромата и вкуса).

6. Получить математическую модель, адекватно описывающую зависимость органолептической оценки симулятора от выбранных влияющих факторов – длительности и температуры сушки ягодной мезги и ее весовой концентрации в составе винного суслу.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись опытные образцы виноматериала и винного напитка на основе восстановленного яблочного сока и пюре ягод черники и вороники, изготовленные по разработанной технологии.

Предметом исследования являлись:

– опытные рецептуры виноматериала на основе пюре ягод черники и вороники, собранных на Кольском полуострове, в технологии винного напитка;

– биохимические и биотехнологические процессы в технологии изготовления винного напитка на основе ягод черники и вороники;

– органолептические показатели виноматериала и винного напитка на основе ягод черники и вороники;

– комплексный показатель качества разработанных винных напитков.

В работе использованы следующие методы исследования ягодного сырья, винного суслу и готовых винных напитков:

– разработка шкалы органолептической оценки винного суслу и готового винного напитка с последующей оценкой по ГОСТ 32051-2013;

– физические – определение температуры проведения технологических процессов; определение массовой доли сахаров в винном сусле и винноматериале при помощи виномера;

– физико-химические и химические (стандартные): определение объемной доли этилового спирта в винном сусле, винноматериале и готовом винном напитке отгонкой по ГОСТ 32095-2013; определение массовой концентрации титруемых кислот в винном сусле, винноматериале и готовом винном напитке с применением индикатора по ГОСТ 32114-2013;

– квалитетические – разработка шкалы комплексной оценки качества разработанного винного напитка, а также симулятора винного суслу;

– математически – статистическая обработка результатов эксперимента с использованием пакета прикладных программ MS Excel; построение математических моделей процессов,

автоматизированное проектирование рецептур разрабатываемых продуктов и их оптимизация проводилась с использованием метода нечетких множеств в программной среде MatLab.

Результаты и обсуждение

Разработанная усовершенствованная технологическая схема изготовления винного напитка на основе восстановленного яблочного сока с добавлением пюре ягод черники и вороники, сахара, чистой культуры винных дрожжей и порошка сушеной мезги черники представлена на рис. 1. Для усиления вкуса и аромата (букета) винного напитка на основе ягод черники и вороники предложено использовать мезгу ягод, собранную и замороженную способом шоковой заморозки сразу после получения ягодного пюре из свежих или размороженных ягод.

Мезга ягод – богатый источник антоцианов (цианидина, делфинидина, петундина, паонидина, пеларгонидина и малвидина), флавонолов (кампферол, кверцетин и мирицетин) и проантоцианидинов [Гольдина и др., 2015] – веществ, отвечающих, по мнению многих специалистов [Сидорова и др., 5] на формирование вкуса и аромат винного напитка. Для улучшения букета винного напитка и усиления в нем ягодных нот целесообразно использовать мезгу в сушеном и тонко измельченном виде – в качестве источника полифенольных соединений.

Подготовку мезги осуществляли следующим образом – размораживали на воздухе при температуре не выше 20 °С до свободного распада брикета или до температуры в центре брикета не выше минус 1 °С. Затем мезгу подвергали конвективной сушке горячи воздухом при двух температурных режимах:

1. при температуре воздуха (40±1) °С, относительная влажность воздуха (50±5) %, скорость циркуляции сушильного агента, не превышает 0,1 м/с;
2. при температуре воздуха (60±1) °С, относительная влажность воздуха (50±5) %, скорость циркуляции сушильного агента, не превышает 0,1 м/с.

Эксперименты по усилению вкуса готового винного напитка на основе ягод черники и вороники проводили с использованием симулятора винного суслу – модельной системы, соответствующей по физико-химическим характеристикам образцу винного напитка, полученному по оптимальной рецептуре, разработанной ранее с использованием математического моделирования (метод нечетких множеств в программе MatLab) [Ефименко и др., 2022].

Модельные образцы виноматериала готовили из дистиллированной воды, для достижения требуемой общей кислотности в воду вводили водный раствор яблочного уксуса 6 %-ной концентрации по ГОСТ 32097-2013, для достижения требуемой объемной доли этилового спирта вводили расчетный объем этилового спирта 40 %-ного водного раствора по ГОСТ 12712-2013. Для достижения требуемой массовой доли сахаров к модельному раствору добавляли расчетное количество сахара песка по ГОСТ 33222-2015.

В таблице 3 приведена характеристика симулятора винного суслу (модельного раствора) и физико-химические показатели виноматериала, оцениваемого в ходе ранее проведенных исследований как «оптимальный» по выбранным критериям (достижение максимального значения комплексного показателя качества винного напитка K , близкого к эталонному значению, равному 1 в соответствии с базовыми принципами квалиметрии).

На основе априорной информации и обзора литературы были выделены три технологических фактора, ключевых с точки зрения формирования букета винного напитка как комплексной характеристики: X_1 – температура сушки мезги, °С; X_2 – длительность настаивания, суток; X_3 – массовая доля сушеной мезги, добавляемой в суслу, % на общую массу суслу.

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 64–77.
 Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 64–77.

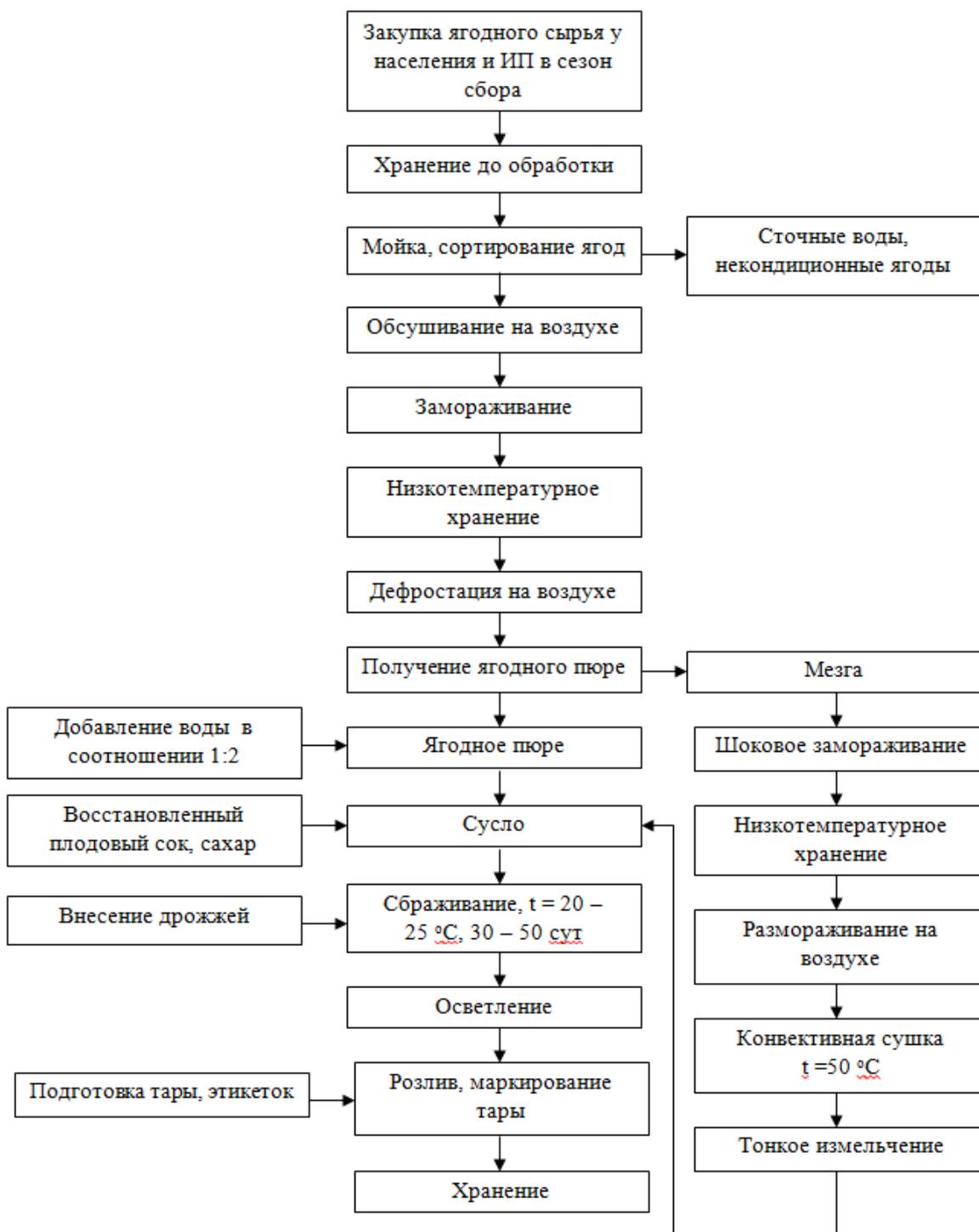


Рис. 1. Технологическая схема изготовления винного напитка на основе ягодного пюре черники и вороники

Fig. 1. Technological scheme of making a wine drink based on blueberry and crowberry puree

Таблица 3. Характеристика разработанного винного напитка, оцениваемого как «оптимальный», и симулятора (модельной системы)

Table 3. Characteristics of the developed wine drink, evaluated as "optimal", and the simulator (model system)

Показатель, характеристика	Винный напиток, оцениваемый как «оптимальный» по выбранным критериям	Модельная система, расчетное количество на 1 дм ³
Органолептическая оценка, суммарный балл по десятибалльной шкале, балл	10	-
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	23,55	392 см ³
Объемная доля этилового спирта, % об.	10,4	260 см ³
Сахар, %	6,0	60 г
Комплексная оценка, ед.	1,0	-

В ходе предварительных экспериментов были установлены приемлемые диапазоны варьирования выбранных влияющих факторов и разработаны восемь вариантов, различающихся их значениями. Характеристика эксперимента представлена в табл. 4. Опытные образцы симулятора, полученные по указанным в табл. 4 вариантам осуществления технологического процесса, использовали для изучения влияния выбранных технологических факторов на органолептические показатели винного напитка.

Таблица 4. Характеристика эксперимента изучения влияния выбранных технологических факторов на органолептические показатели винного напитка

Table 4. Characteristics of the experiment of studying the influence of selected technological factors on the organoleptic characteristics of a wine drink

№ п/п	Температура сушки мезги, °С	Длительность настаивания, сут.	Доля мезги сушеной, % на общую массу суслу
1	40	9	1,5
2	60	9	1,5
3	40	3	1,5
4	60	15	1,5
5	60	9	1,0
6	60	9	3,0
7	40	6	3,0
8	40	12	3,0

Параметром оптимизации выбран суммарный балл органолептической оценки симулятора винного напитка, X_4 , балл, который определяли в ходе расширенных дегустаций опытных образцов симулятора с привлечением опытных экспертов.

Диапазон варьирования приемлемых значений X_4 оценен от 6,0 до 10,0 баллов, где 6,0 баллов соответствует удовлетворительной оценке букета винного напитка и лингвистическому терму «очень нежелательно», а 10,0 баллов – превосходной оценке органолептических свойств винного напитка и терму «очень желательно».

Лингвистическую оценку всех переменных (влияющих факторов и параметра оптимизации), выбранных для характеристики вариантов модельной системы, осуществляли при помощи термов с симметричными гауссовскими функциями принадлежности. План эксперимента приведен в табл. 5.

Таблица 5. План эксперимента
Table 5. Layout of the experiment

Переменные	Диапазон	Лингвистические термы	Принимаемые значения для одного лингвистического термина
Входные переменные (влияющие факторы)			
Температура сушки мезги, °С	от 40 до 60	«низкая» (nizkaya)	40
		«высокая» (vysokaya)	60
Длительность настаивания, сут	от 3 до 15	«мало» (malo)	3
		«не очень мало» (neochenmalo)	6
		«средне» (sredne)	9
		«не очень много» (neochenmnogo)	12
		«много» (mnogo)	15
Доля сушеной мезги, % на массу сула	от 1 до 3	«мало» (malo)	1,0
		«средне» (sredne)	1,5
		«много» (mnogo)	3,0
Выходная переменная (параметр оптимизации)			
Суммарный балл органолептической оценки, балл	от 6,0 до 10,0	«очень нежелательно» (osnennezhelatelno)	от 6,00 до 6,80
		«не очень желательно» (neochenzhelatelno)	от 6,81 до 7,60
		«удовлетворительно» (udovletvorytelno)	от 7,61 до 8,40
		«желательно» (zhelatelno)	от 8,41 до 9,20
		«очень желательно» (ochenzhelatelno)	от 9,21 до 10,00

В соответствии с разработанным планом эксперимента были изготовлены опытные образцы симулятора винного напитка, которые были подвергнуты органолептической оценке по разработанной десятибалльной шкале, включающей оценку показателей – прозрачности, окраски, аромата, вкуса и типичности, характеризующих винный напиток. Результаты органолептической оценки опытных образцов модельной системы представлены в виде профилограмм на рис. 2–4.

Как видно из рис. 2, разброс суммарной оценки опытных образцов симулятора винного напитка по десятибалльной шкале составляет от 5,07 до 8,91 баллов. Образы № 2 и № 4 были отмечены дегустаторами как наиболее типичные и имеющие выраженные окраску, вкус и аромат свойственные винному напитку из черники и вороники.

Как установлено, выбранные технологические факторы в наибольшей степени влияют на показатели «аромат» и «типичность», на рис. 3–4 представлены сводные результаты оценки этих показателей у опытных образцов симулятора винного напитка.

Как видно из профилограмм на рис. 3–4, лучший аромат показали опытные образцы симулятора винного напитка № 2 и № 4, в которых добавлено одинаковое количество сушеной мезги черники. Это свидетельствует об имеющемся оптимальном количестве полифенольных веществ в составе мезги, обеспечивающих достаточно яркий аромат и, как следствие формирование хорошего букета винного напитка. Также эти образцы были отмечены дегустаторами как «наиболее типичные».



Рис. 2. Профилограмма суммарной органолептической оценки опытных образцов симулятора винного напитка

Fig. 2. Profilogram of the total organoleptic evaluation of experimental samples of a wine drink simulation

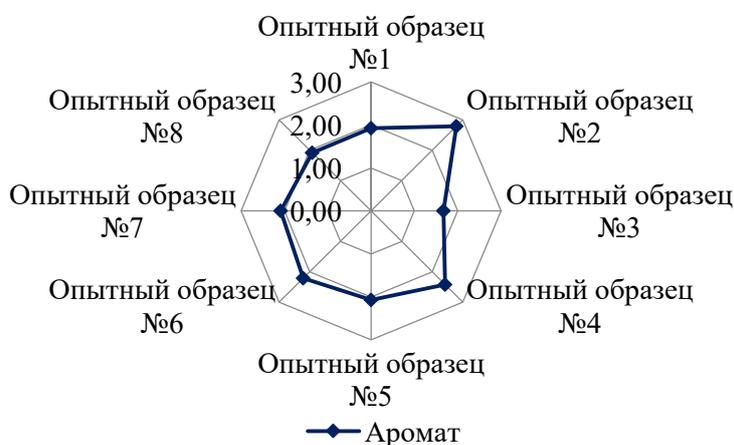


Рис. 3. Профилограмма органолептической оценки показателя «аромат» опытных образцов симулятора винного напитка

Fig. 3. Profilogram of the organoleptic evaluation of the "aroma" indicator of the prototypes of the wine drink simulation

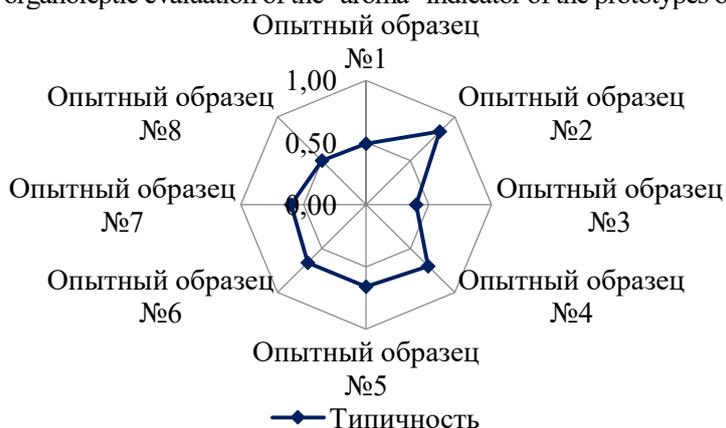


Рис. 4. Профилограмма органолептической оценки показателя «типичность» опытных образцов симулятора винного напитка

Fig. 4. Profilogram of the organoleptic evaluation of the indicator "typicality" of the prototypes of the wine drink simulation

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 64–77.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 64–77.

На основе экспериментальных данных в программном пакете MatLab с использованием модуля «Fuzzy Logic Toolbox» по методу нечетких множеств математически формализована зависимость суммарной органолептической оценки симулятора винного напитка от выбранных технологических факторов – температуры сушки ягодной мезги, длительности настаивания и массовой доли мезги, добавляемой в сусло. В этой же программе выполнена оптимизация технологического процесса подготовки винного сусла с целью улучшения органолептических свойств винного напитка на основе пюре ягод черники и вороники. Результаты представлены на рис. 5–8.

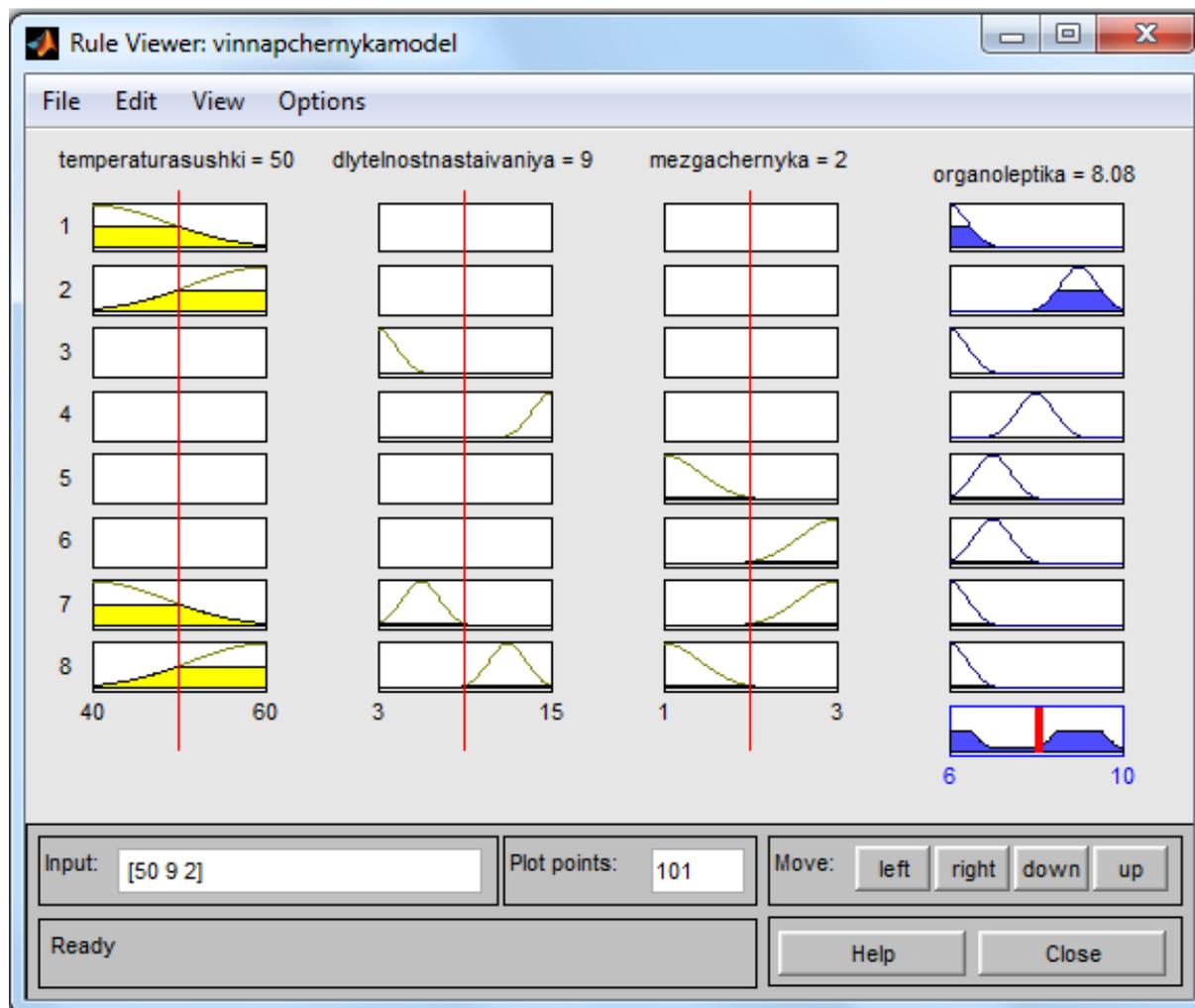


Рис. 5. Визуализация нечеткого логического вывода при моделировании и оптимизации технологического процесса подготовки сусла винного напитка на основе пюре ягод черники и вороники
Fig. 5. Visualization of fuzzy logical inference when modeling and optimizing the technological process of preparation of wort wine drink based on mashed blueberries and crowberries

С помощью компьютерной программы определены оптимальные значения выбранных технологических факторов, гарантирующих достижение винным напитком наилучших органолептических свойств и формирование ярко выраженных верхних терпких черничных и глубоких бархатистых нот вороники в букете: температура сушки мезги 50 °С, длительность настаивания 9 суток и доля мезги сушеной 2 % на массу сусла.

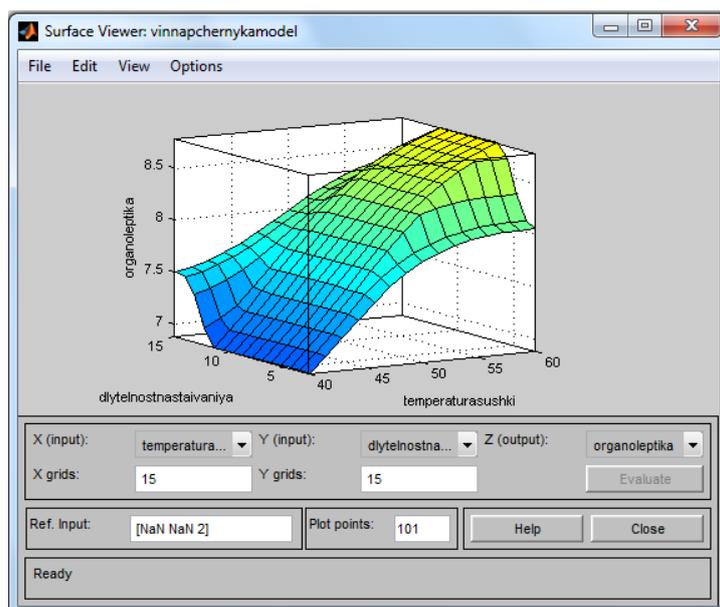


Рис. 6. Поверхностный отклик выходной переменной (параметра оптимизации) при моделировании и оптимизации технологического процесса подготовки суслу винного напитка на основе пюре ягод черники и вороники: зависимость органолептической оценки (суммарный балл) от температуры сушки и длительности настаивания суслу

Fig. 6. Surface response of the output variable (optimization parameter) when modeling and optimizing the technological process of preparing wort of a wine drink based on blueberry and crowberry puree: the dependence of the organoleptic evaluation (total score) on the drying temperature and the duration of infusion of wort

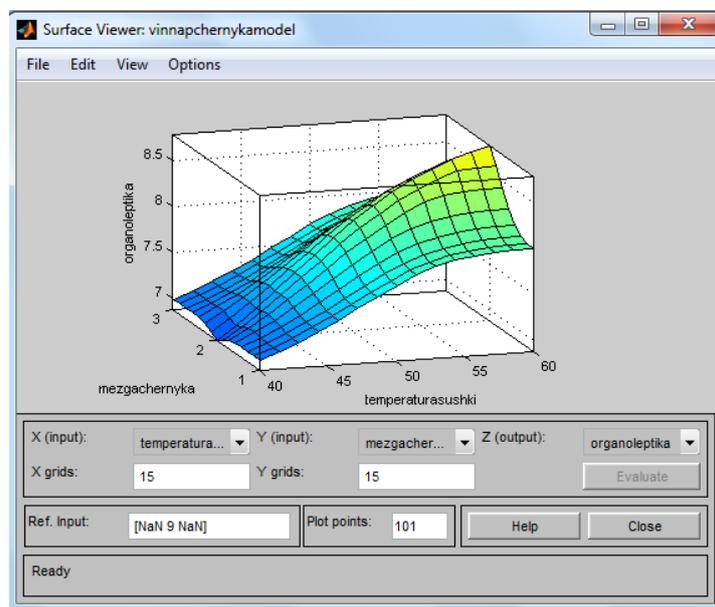


Рис. 7. Поверхностный отклик выходной переменной (параметра оптимизации) при моделировании и оптимизации технологического процесса подготовки суслу винного напитка на основе пюре ягод черники и вороники: зависимость органолептической оценки (суммарный балл) от температуры сушки и доли сушеной mezги черники в винном сусле

Fig. 7. Surface response of the output variable (optimization parameter) when modeling and optimizing the technological process of preparing wort of a wine drink based on blueberry and crowberry puree: the dependence of the organoleptic evaluation (total score) on the drying temperature and the proportion of dried blueberry pulp in the wine wort

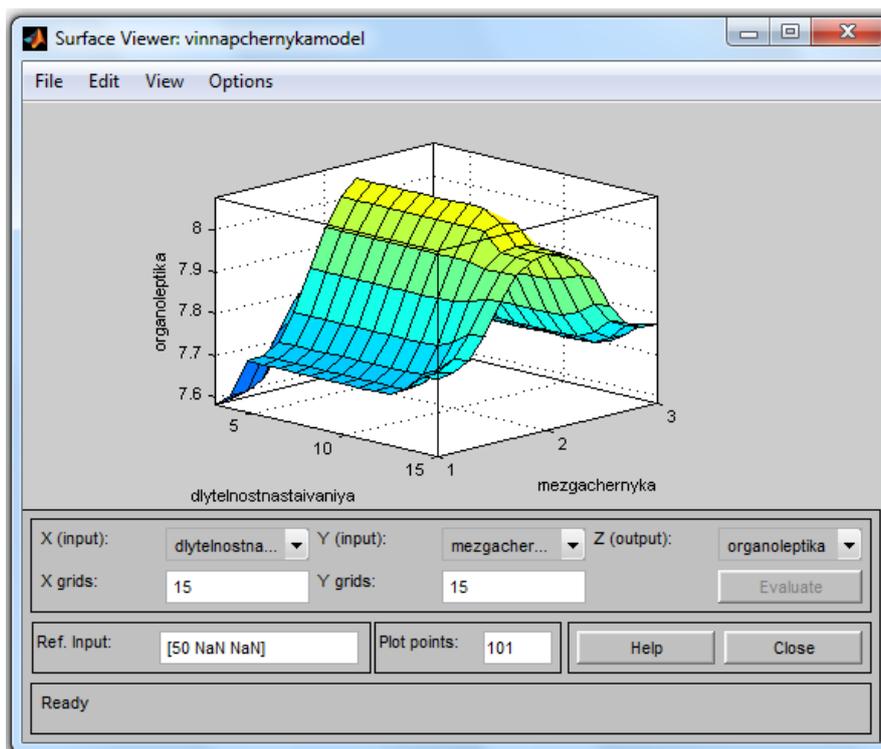


Рис. 8. Поверхностный отклик выходной переменной (параметра оптимизации) при моделировании и оптимизации технологического процесса подготовки сула винного напитка на основе пюре ягод черники и вороники: зависимость органолептической оценки (суммарный балл) от длительности настаивания сула и доли сушеной мезги черники в винном сусле

Fig. 8. Surface response of the output variable (optimization parameter) when modeling and optimizing the technological process of preparing wort of a wine drink based on blueberry and crowberry puree: the dependence of the organoleptic evaluation (total score) on the duration of the wort infusion and the proportion of dried blueberry pulp in the wine wort

Выводы

В результате проведенных исследований достигнута поставленная цель и успешно решены все задачи.

Предложено научно обоснованное технологическое решение, направленное на улучшение букета разработанного ранее винного напитка на основе ягодного пюре черники и вороники – вносить в суло порошок сушеной мезги черники для усиления типичного ягодного вкуса и аромата.

Экспериментально исследована возможность и целесообразность использования мезги черники, содержащей полифенольные соединения, участвующие в процессе формирования вкусо-ароматических свойств винных напитков, для их интенсификации.

Предложен эффективный способ консервирования ягодной мезги – отходов от получения ягодного пюре, а именно, шоковое замораживание и последующее хранение при температуре не выше минус 18 °С.

Предложен симулятор – объект исследования, имеющий адекватные винному напитку функционально-технологические свойства винного сула на основе яблочного сока и ягодного пюре из черники и вороники для исследования влияния сушеной мезги черники на формирование букета напитка. Разработанный симулятор позволяет существенно сократить длительность научно-исследовательских работ, а также удешевить работы.

Экспериментально исследовано и подтверждено влияние длительности и температуры конвективной воздушной сушки мезги черники, а также влияние массовой доли сушеной измельченной ягодной мезги черники в сусле, на качество симулятора винного напитка (органолептическую оценку интенсивности аромата и вкуса).

Получена математическая модель, адекватно описывающая зависимость органолептической оценки симулятора от выбранных влияющих факторов – длительности и температуры сушки мезги черники и ее массовой доли в сусле. С помощью модели рассчитаны оптимальные значения технологических параметров, влияющих на усиление типичного аромата и вкуса ягод в букете разработанного винного напитка.

Благодарности

Выражаем благодарность сотрудникам кафедры «Технологии пищевых производств» за помощь в проведении дегустаций опытных образцов напитков, активное обсуждение и плодотворную дискуссию по вопросу развития регионального бренда винных напитков как структурного элемента развивающегося в регионе в последние годы бурными темпами гастрономического туризма.

Список источников

- Гольдина И. А., Сафронова И. В., Гайдуль К. В. Полифенольные соединения черники: особенности биологической активности и терапевтических свойств // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2015, № 10-2. С. 221–228; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7472> (дата обращения: 10.04.2023).
- Ефименко Г. А., Инкола К. В., Дудина Е. В., Баланов П. Е., Шокина Ю. В. Разработка технологии винного напитка из регионального ягодного сырья в целях развития гастрономического туризма в Кольском Заполярье // Известия высших учебных заведений : Мурманск. 2022, № 1, С. 45–62.
- Мельникова Е. Е., Дудина Е. В., Шокина Ю. В. Исследование регионального рынка плодово-ягодных вин // Известия высших учебных заведений : Мурманск, 2019, № 1, С. 14–24.
- Разработка ценных пищевых продуктов с добавкой лекарственного природного сырья Крайнего Севера и их товароведная характеристика : [монография] / Е.Г. Туршук ; Федеральное агентство по рыболовству, Федеральное гос. образовательное учреждение высш. проф. образования «Мурманский гос. технический ун-т». Мурманск: Мурманский гос. технический ун-т, 2008. 151 с.
- Сидорова Ю. С., Петров Н. А., Бирюлина Н. А., Перова И. Б., Зорин С. Н., Кочеткова А. А., Мазо В. К. Физиолого-биохимическая оценка эффективности нового пищевого ингредиента – концентрата полифенолов ягод черники // Вопросы питания, 2022, №5 (543). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologo-biohimicheskaya-otsenka-effektivnosti-novogo-pischevogo-ingredienta-kontsentrata-polifenolov-yagod-cherniki> (дата обращения: 10.04.2023).
- Тупсина Н. Н., Яковчик Н. Ю. Исследование черники // Вестник КрасГАУ, 2013, № 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-cherniki> (дата обращения: 29.03.2023).

References

- Development of valuable food products with the addition of medicinal natural raw materials of the Far North and their commodity characteristics* :[monograph] / E.G. Turshuk ; Federal Agency for Fisheries, Federal State Educational Institution of Higher Prof. education "Murmansk State Technical University". – Murmansk: Murmansk State Technical University, 2008. 151 p. (In Russ.).
- Efimenko G. A., Inkola K. V., Dudina E. V., Balanov P. E., Shokina Yu. V. Development of wine drink technology from regional berry raw materials for the development of gastronomic tourism in the Kola Arctic* // *Izvestia of higher educational institutions* : Murmansk. 2022, No. 1, pp. 45-62. (In Russ.).

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 64–77.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 64–77.

Goldina I. A., Safronova I. V., Gaidul' K. V. Polyphenolic compounds of blueberries: features of biological activity and therapeutic properties // International Journal of Applied and Fundamental Research. 2015, No. 10-2, pp. 221-228; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7472> (accessed: 04/10/2023). (In Russ.).

Melnikova E. E., Dudina E. V., Shokina Yu. V. Research of the regional market of fruit and berry wines // Proceedings of higher educational institutions : Murmansk. 2019. No. 1. pp. 14-24. (In Russ.).

Sidorova Yu. S., Petrov N. A., Birulina N. A., Perova I. B., Zorin S. N., Kochetkova A. A., Maso V. K. Physiological and biochemical evaluation of the effectiveness of a new food ingredient - a concentrate of polyphenols of blueberries // Nutrition issues, 2022, No.5 (543). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fiziologo-biohimicheskaya-otsenka-effektivnosti-novogo-pischevogo-ingredienta-konsentrata-polifenolov-yagod-cherniki> (accessed: 04/10/2023). (In Russ.).

Tipsina N. N., Yakovchik N. Y. Blueberry research // Bulletin of KrasGAU. 2013. No. 11. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-cherniki> (accessed: 03/29/2023). (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 29.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 29.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

К. Н. Савкина, Н. Н. Симутина, Ю. В. Шокина

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия
savkinakn2@mstu.edu.ru, simutinann@mstu.edu.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУР МУЧНЫХ И ФРУКТОВО-ЯГОДНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ, ОБОГАЩЕННЫХ ЙОДОМ

Аннотация

В статье описаны результаты исследований, направленных на расширение ассортимента продуктов питания повседневного спроса для профилактики неинфекционных социально значимых заболеваний эндокринной системы человека, обусловленных йододефицитом. Разработаны технологии и рецептуры новых мучных и фруктово-ягодных кондитерских изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской.

Ключевые слова:

обогащенные продукты питания, ламинария, мучные изделия, фруктово-ягодные кондитерские изделия.

K. N. Savkina, N. N. Simutina, Yu. V. Shokina

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia
savkinakn2@mstu.edu.ru, simutinann@mstu.edu.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru

TECHNOLOGICAL RESEARCH AND COMPUTER-AIDED DESIGN OF RECIPES FOR FLOUR AND FRUIT AND BERRY CONFECTIONERY PRODUCTS ENRICHED WITH IODINE

Abstract

The article describes the results of research aimed at expanding the range of everyday food products for the prevention of non-communicable socially significant diseases of the human endocrine system caused by iodine deficiency. Technologies and recipes of new flour and fruit and berry confectionery products enriched with iodine of kelp of the White Sea have been developed.

Keywords:

enriched foods, kelp, flour products, fruit and berry confectionery.

Введение

Обогащение продуктов питания – это практика преднамеренного увеличения содержания в них одного или нескольких эссенциальных пищевых веществ, к которым можно отнести белки, жиры, углеводы, макро- и микроэлементы, витамины, минорные вещества пищи и т.п. для повышения пищевой и биологической ценности при минимальном риске для здоровья.

Всемирная организация здравоохранения рекомендует обогащать продукты питания в качестве мощного научно обоснованного и экономически эффективного вмешательства для борьбы с дефицитом витаминов и минералов, включая, среди прочего, расстройства, вызванные дефицитом йода, анемию и дефицит железа. Одной из рекомендаций по устранению йододефицитных заболеваний является йодирование соли [Всемирная организация здравоохранения, 2023]. Однако доказано, что йод, который содержится в пищевых продуктах, лучше усваивается щитовидной железой, чем, если использовать препарат йодистого калия.

Сравнительный анализ функционально-технологических свойств бурых водорослей с другими гидробионтами показывает, что содержание йода в них в органической форме – в связанном с аминокислотами и белками виде, и в минеральной форме значительно больше

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 78–84.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 78–84.

[Аминина и др., 2007]. С учетом этого, бурая водоросль ламинария Белого моря (*Saccharina Latissima*) представляет собой физиологически функциональный пищевой ингредиент для обогащения пищевых продуктов йодом в биодоступной форме.

Цель исследования – расширение ассортимента продуктов питания, обогащенных йодом ламинарии беломорской, направленных на профилактику социально значимых неинфекционных заболеваний эндокринной системы.

Для достижения поставленной цели были сформулированы задачи:

- разработать рецептуры и технологии мучных изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской;
- разработать рецептуры и технологии фруктово-ягодных кондитерских изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской;
- выполнить оптимизацию рецептур с использованием современных математических методов.

Материалы и методика исследований

Объектом исследования являлись:

- опытные образцы разработанной продукции, обогащенной йодом ламинарии беломорской – фруктово-ягодные кондитерские изделия;
- опытные образцы разработанной продукции, обогащенной йодом ламинарии беломорской – мучные изделия;
- опытные рецептуры разработанных продуктов, обогащенных йодом ламинарии беломорской;
- органолептические показатели опытных образцов разработанной пищевой продукции, обогащенной йодом ламинарии беломорской.

Предмет исследования – зависимость показателя, характеризующего органолептические свойства разработанной продукции, от соотношения ключевых компонентов рецептуры, формирующих потребительские свойства продукции.

В работе использованы следующие методы исследования:

- органолептические – разработка шкалы органолептической оценки готовой кулинарной продукции с последующей оценкой в соответствии с ГОСТ 5667-65 «Хлеб и хлебобулочные изделия. Правила приемки, методы отбора образцов, методы определения органолептических показателей и массы изделий» и разработанной проектной технической документацией на фруктово-ягодные кондитерские изделия, отбор проб – по ГОСТ 5904-2019 «Изделия кондитерские. Правила приемки и методы отбора проб»;
- физические – определение потерь массы сырья и полуфабрикатов на разных этапах технологической обработки; выход готовой продукции по ГОСТ 31988-2012 «Услуги общественного питания. Метод расчета отходов и потерь сырья и пищевых продуктов при производстве продукции общественного питания»;
- квалитетические – разработка комплексного показателя для одновременной оценки органолептических (субъективных показателей качества);
- математические – статистическая обработка результатов эксперимента и измерений по методу наименьших квадратов; автоматизированное проектирование оптимальных рецептур новых обогащенных йодом ламинарии беломорской продуктов питания с использованием метода нечетких множеств (нечеткого логического вывода) в программном пакете Матлаб (блок Fuzzy Logic); расчет показателей пищевой и энергетической ценности готовой разработанных продуктов с использованием пакета прикладных программ MS Excel.

Результаты и их обсуждение

Были проведены исследования технологии и автоматизированное проектирование рецептур фруктово-ягодных кондитерских изделий «Джем из ламинарии с брусникой», «Капуста морская в пряно-сладкой заливке из брусники с ароматом корицы», «Цукаты из морской капусты со вкусом корицы и клюквы», «Мармелад с морской капустой и соком черники». А также четырех мучных изделий в категории хлебцы, такие как «Хлебцы ржаные, обогащенные йодом», «Хлебцы с прованскими травами, обогащенные йодом», «Хлебцы мультизлаковые, обогащенные йодом» и «Хлебцы пряные, обогащенные йодом».

Разработку технологии и автоматизированное проектирование рецептуры обогащенных йодом продуктов питания рассмотрим на примере фруктово-ягодного кондитерского изделия «Джем из ламинарии с брусникой». Предлагаемая технология изготовления может быть описана следующим образом. Используемое сырье – ламинария мороженая (слоевища) или сушеная (лист) или свежая, ягоды брусники свежие или мороженые. В случае использования мороженого сырья, перед использованием его необходимо подвергнуть воздушному размораживанию при температуре воздуха (18 ± 2) °С, после чего сырье сортируют для удаления из обработки некондиционных экземпляров, не соответствующих требованиям технической документации на сырье и тщательно моют в проточной питьевой воде для удаления механических загрязнений, песка и т.п. Температура воды (18 ± 2) °С. Ламинарию варят в воде при соотношении сырье : вода не менее 1:3, в течение 20..30 мин при температуре 90..98 °С, затем извлекают из варочной емкости и дают стечь влаге. Затем водоросли охлаждают на воздухе (температура воздуха (18 ± 2) °С), после чего измельчают механическим способом и соединяют в варочной емкости с остальными компонентами джема. Ягоды брусники перетирают механическим способом. В варочной емкости, оборудованной механической мешалкой, смешивают предварительно дозированные в соответствии с рецептурой компоненты джема – измельченную отварную ламинарию, перетертую бруснику, сахар и лимонную кислоту. Смесь тщательно перемешивают и нагревают до температуры 90..98 °С. В процессе варки смесь постоянно перемешивают. Длительность варки составляет от 15 до 20 минут. Готовый джем охлаждают непосредственно в варочной емкости до температуры (40 ± 2) °С, после чего расфасовывают вручную или механизированным способом в потребительскую упаковку – банки стеклянные вместимостью не более 300 г. Банки герметично укупоривают крышками и пастеризуют по общепринятому режиму. Готовый джем охлаждают, маркируют красочной самоклеющейся этикеткой и отправляют на хранение до реализации при температуре воздуха (18 ± 2) °С и относительной влажности – не выше 75 %. Каждую партию джема подвергают исследованиям по показателям качества и безопасности в соответствии с требованиями действующей нормативной документации (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»). Джем из ламинарии с брусникой имеет однородную консистенцию, приятный гармоничный аромат и вкус ягод брусники, сладость – умеренная, допускается легкий йодистый оттенок в аромате и послевкусии. Продукт обогащен йодом. Разработанная технологическая схема изготовления фруктово-ягодного кондитерского изделия «Джем из ламинарии с брусникой» представлена на рис. 1.

Фактором, определяющим органолептические свойства готового изделия, при установленных технологических режимах изготовления, является соотношение компонентов в рецептуре, в наибольшей степени формирующих потребительские (органолептические) свойства – вкус и аромат, внешний вид и консистенцию. Для изделия «Джем из ламинарии с брусникой» такими компонентами являются ягоды брусники и сахар.

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 78–84.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 78–84.

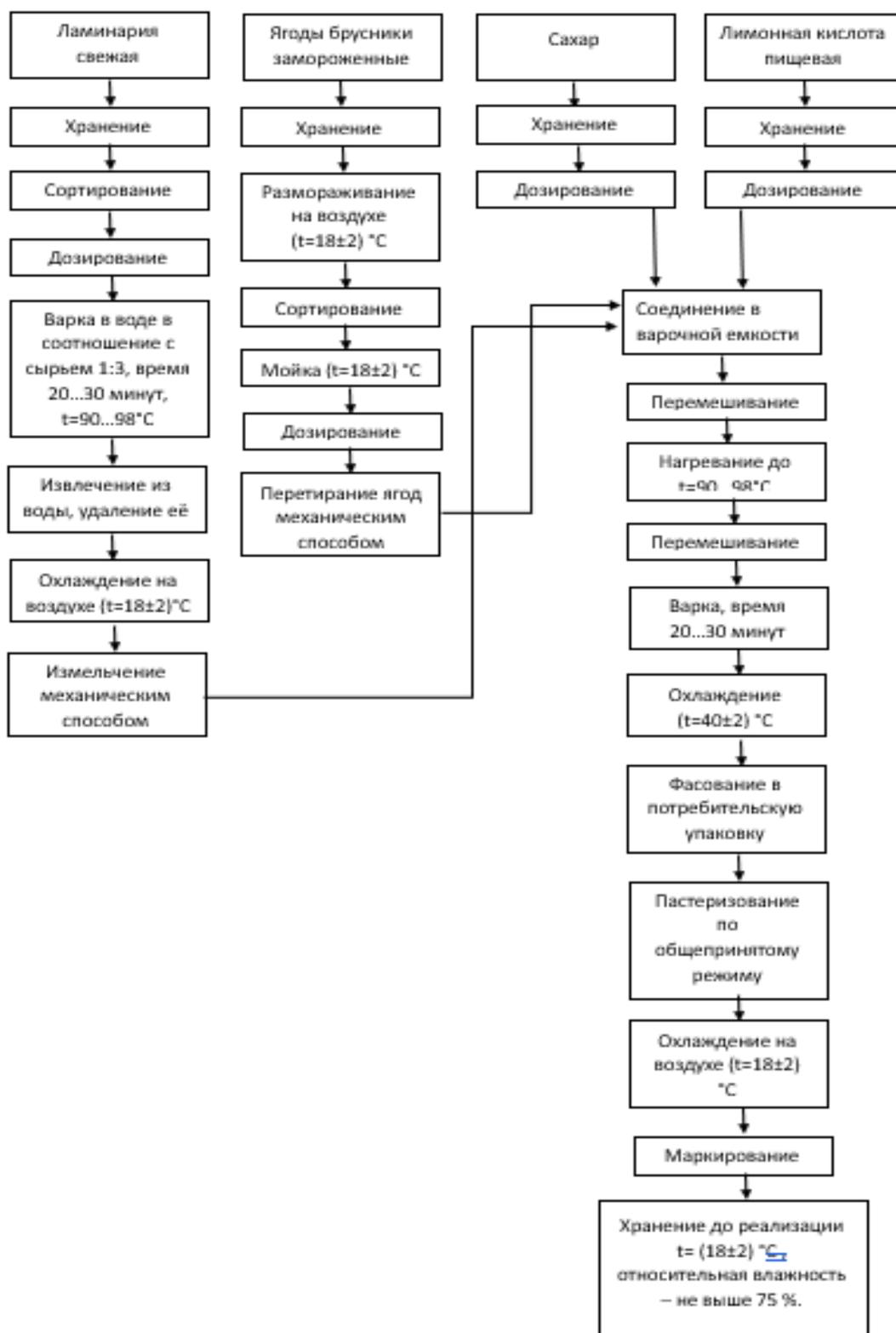


Рис. 1. Технологическая схема изготовления фруктово-ягодного кондитерского изделия «Джем из ламинарии с брусникой»

Fig. 1. Technological scheme for the production of fruit and berry confectionery "Kelp jam with lingonberries"

Оптимальную рецептуру джема разрабатывали с использованием компьютерной программы автоматизированного проектирования рецептов многокомпонентных пищевых продуктов, в основе которой – метод нечеткой логики, реализованный в программном пакете MatLab [Луковкин, 2011]. На рис. 2 представлена поверхность отклика для фруктово-ягодного кондитерского изделия «Джем из ламинарии с брусникой». В итоге получена финальная рецептура продукта (таблица 1). На рис. 3 представлен внешний вид опытных образцов изделия «Джем из ламинарии с брусникой» в потребительской упаковке.

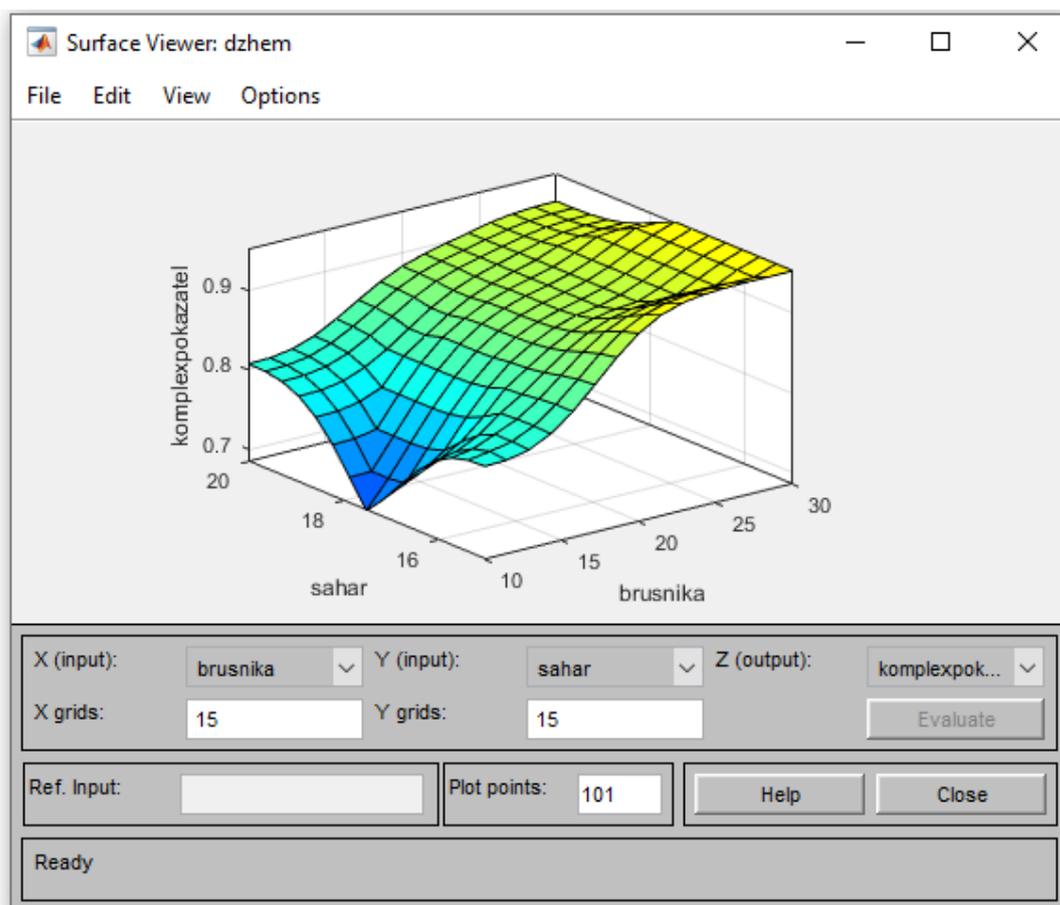


Рис. 2. Поверхность отклика

Fig. 2. Response surface

Таблица 1. Оптимальная рецептура кондитерского изделия «Джем из ламинарии с брусникой»

Table 1. Optimal recipe of confectionery products "Kelp jam with lingonberries"

В кг на 100 кг джема
In kg per 100 kg of jam

Компонент	Масса, кг	
	брутто	нетто
Ламинария-сырец	74,6	66,4 ¹
Брусника мороженая	17,8	16,6 ²
Сахар	18,0	18
Лимонная кислота	1,0	1,0

¹потери при первичной обработке и варке ламинарии составляют 11 % от массы направленного сырья;
²потери при первичной обработке ягод брусники составляют 7 % от массы направленного сырья.



Рис. 3. Внешний вид опытных образцов изделия «Джем из ламинарии с брусникой» в потребительской упаковке

Fig. 3. First look on prototypes of the product "Kelp jam with lingonberries" in consumer packaging

Выводы

В результате проведенных исследований достигнута поставленная цель и успешно решены все задачи.

Разработаны рецептуры и предложены технологии мучных изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской в ассортименте.

Разработать рецептуры и предложены технологии фруктово-ягодных кондитерских изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской в ассортименте.

С использованием метода нечетких множеств в программном пакете MatLab выполнена оптимизация разработанных рецептур мучных и фруктово-ягодных кондитерских изделий, обогащенных йодом ламинарии беломорской. Критерием оптимизации являлось достижение максимальной органолептической оценки изделий.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке Научно-образовательного центра (НОЦ) мирового уровня «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования».

Секция «ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ»

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 78–84.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 78–84.

Список источников

Всемирная организация здравоохранения. URL: https://www.who.int/health-topics/food-fortification#tab=tab_1 (дата обращения 03.09.2023).

Аминина Н. М., Аминина Н. М., Вишневецкая Т. И., Гурулева О. Н., Ковековдова Л. Т. Состав и возможности использования бурых водорослей дальневосточных морей // Вестник ДВО РАН, 2007, № 6, С. 123–130.

Луковкин С. Б. Элементы нечеткой логики в компьютерном моделировании: методические указания по дисциплине «Компьютерное моделирование» для студентов технических специальностей очной формы обучения. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2011. 38 с.

References

World Health Organization. URL: https://www.who.int/health-topics/food-fortification#tab=tab_1 (accessed 03.09.2023).

Aminina N. M., Minina N. M., Vishnevskaya T. I., Guruleva O. N., Kovekovdova L. T. Composition and possibilities of using brown algae of the Far Eastern seas // Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, 2007, No. 6, pp. 123–130. (In Russ.).

Lukovkin S. B. Elements of fuzzy logic in computer modeling: methodological guidelines on the discipline "Computer modeling" for full-time students of technical specialties. Murmansk: MSTU Publishing House, 2011. 38 p. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 29.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 29.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 85–97.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 85–97.

DOI: 10.37614/978.5.91137.510.2.011

УДК 664.97

П. В. Антонов¹, И. Е. О. Левшина¹, Е. В. Лукина², Ю. В. Шокина¹

¹ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия

²ООО «Ваш технолог», г. Санкт-Петербург, Россия

science313@mail.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru

МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПОСОЛЕ ИНЪЕКТИРОВАНИЕМ В ТЕХНОЛОГИИ ДЕЛИКАТЕСНОГО МАЛОСОЛЕННОГО ФИЛЕ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ

Аннотация

В статье приведены результаты исследований диффузионного переноса соли в технологии малосоленого филе лососевых рыб (форели радужной, лосося атлантического). Выявлены особенности переноса соли в толще филе-куска рыбы при посоле инъектированием. Впервые экспериментально определены коэффициенты диффузии соли при посоле форели радужной филе-куска и лосося атлантического способом инъекторного посола при выбранных условиях и технологических режимах. Сделан обоснованный вывод об имеющихся отличиях массообменных процессов при посоле филе лососевых рыб инъектированием от традиционного «семужного посола».

Ключевые слова:

филе лососевых рыб, деликатесная малосоленая продукция, массообменные процессы, градиент концентрации соли, коэффициент диффузии соли.

P. V. Antonov¹, I. E. O. Levshina¹, E. V. Lukina², Yu. V. Shokina¹

¹Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

²LLC "Your technologist", St. Petersburg, Russia

science313@mail.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru

MASS TRANSFER PROCESSES DURING SALTING BY INJECTING INTO THE TECHNOLOGY OF DELICATE LIGHTLY SALTED SALMON FILLET

Abstract

The article presents the results of studies of salt diffusion transfer in the technology of lightly salted salmon fillets (rainbow trout, Atlantic salmon). The peculiarities of salt transfer in the thickness of a fillet-piece of fish during salting by injection are revealed. For the first time, the salt diffusion coefficients were experimentally determined for the salting of the rainbow trout fillet and Atlantic salmon by the injection salting method under selected conditions and technological modes. A reasonable conclusion is made about the existing differences in mass exchange processes when salting salmon fillets by injection from the traditional salting.

Keywords:

salmon fillets, delicate lightly salted products, mass transfer processes, salt concentration gradient, salt diffusion coefficient.

Введение

В настоящее время во всем мире наблюдается относительное снижение доли рыбного сырья, направляемого на выпуск соленой продукции. Это обусловлено снижением роли посола как способа консервирования и ростом значения посола как способа производства деликатесной продукции.

Проведенный патентный поиск и анализ научной литературы показал, что в настоящее время в отечественной и мировой практике производства соленой рыбы отмечаются ключевые тенденции [Как увеличить потребление ..., 2021; Салтанова, 2012; Rizo et al., 2013; Olivares et al., 2021; Akse et al., 2008; Gallart-Jornet et al., 2007; Bjørnevik et al., 2018]:

– увеличение выпуска деликатесной малосоленой продукции из филе лососевых рыб в вакуумной упаковке в мелкой расфасовке;

– массовое использование инновационного способа посола филе лососевых рыб инъектированием;

– широкое применение при посоле лососевых рыб инъектированием сложных по составу рассолов, включающих различные пищевые добавки – созреватели, усилители вкуса и аромата, красители, консерванты, водоудерживающие вещества и даже загустители.

На предыдущем этапе исследований были научно обоснованы оптимальные режимы посола филе лососевых рыб инъектированием с использованием комплексной пищевой добавки (КПД) «Pre-Lakcs» производства ООО «Ваш технолог» (Санкт-Петербург, Россия).

Проведенные эксперименты позволили определить технологические режимы посола инъектированием филе семги и радужной форели, гарантирующие получение продукции с максимальной величиной комплексного показателя качества. Оптимизация процесса посола была выполнена с использованием метода нечетких множеств в программе Fuzzy Logic Toolbox пакета MatLab, результаты представлены в виде поверхности отклика и визуализации нечеткого логического вывода на рис. 1. Как видно из рис. 1 оптимальная концентрация КПД «Pre-Lakcs», добавляемой в рассол для инъектирования составила 4 %, а гидромодуль, определяемый как отношение разности масс проинъектированного рассолом филе и филе до посола к массе филе до посола, составил 15 % [Лукина и др., 2022].

Были исследованы биохимические изменения филе форели и семги, позволившие установить корреляционную зависимость комплексного показателя качества малосоленого филе лососевых рыб от величины гидромодуля и концентрации пищевой добавки в рассоле для инъектирования. В комплексном показателе K , принимающем значения от 0 до 1, для оценки качества филе были учтены органолептическая оценка продукции, реологическая характеристика «твердость», измеряемая инструментально, а также показатели, объективно характеризующие процесс созревания – общая кислотность (ОК, %), буферность (Буф, °Т), массовая доля аминного азота (АА, мг%) и отношение массовых долей небелкового азота к общему (НБА/ОА, %).

На текущем этапе работ цель исследования представляет описание массообменных процессов во взаимосвязи с биохимическими изменениями в филе.

Для достижения цели сформулированы задачи:

– изготовить опытные образцы филе лососевых рыб (форель радужная и семга) малосоленое способом инъекторного посола с использованием комплексной пищевой добавки «Pre-Lacks» с соблюдением оптимальных технологических режимов, установленных на предыдущем этапе исследований;

– изучить диффузию соли в тканях филе лососевых рыб;

– определить экспериментально-расчетным методом значения коэффициентов диффузии соли, характеризующих проницаемость тканей рыбы для соли в процессе инъекторного посола с использованием КПД «Pre-Lacks».

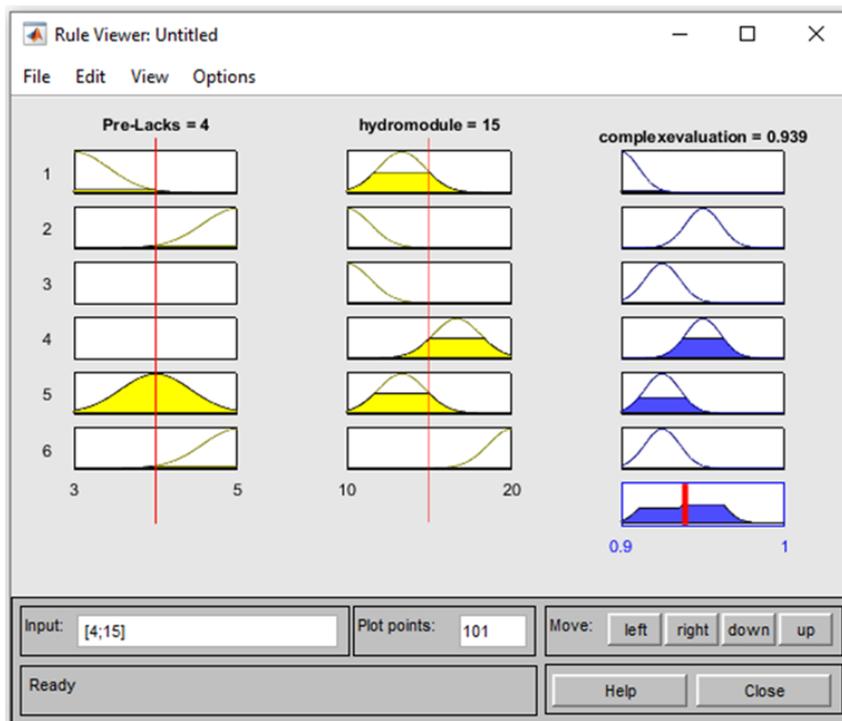
Материалы и методы

Объекты исследования – опытные образцы малосоленого филе лососевых рыб (форели радужной), изготовленные из охлажденного сырья по ГОСТ 814-2019. Характеристика объекта представлена в таблице 1.

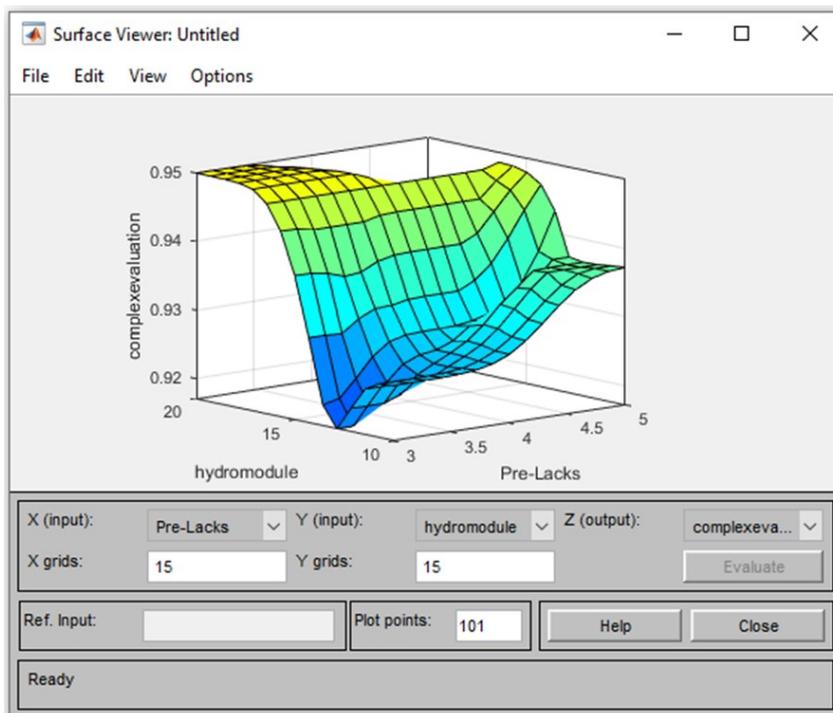
Предмет исследования – массообменные процессы в тканях филе, комплексные биохимические изменения филе лососевых рыб во взаимосвязи с массообменными процессами в процессе посола инъектированием, последующего созревания и хранения при температуре от минус 1 до 4 °С.

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 85–97.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 85–97.



а)



б)

Рис. 1. Результаты оптимизации технологических режимов посола инъектированием филе форели радужной с использованием КПД «Pre-Lakcs» методом нечетких множеств в программном пакете MatLab: а) визуализация нечеткого вывода; б) поверхность отклика

Fig. 1. Results of optimization of technological modes of salting by injecting rainbow trout fillets using the "Pre-Lakcs" complex nutritional supplement by the fuzzy sets method in the MatLab software package: а) visualization of fuzzy output; б) response surface

Таблица 1. Химический состав объектов исследования, %

Table 1. Chemical composition of research objects, %

Объект исследования	Содержание, г на 100 г			
	вода	жир	белок	зола
Форель радужная, филе-кусочек малосоленая	68,99 ± 3,87	11,12 ± 1,13	18,05±1,05	1,91 ± 0,17

В работе использован широкий спектр современных методов исследования – органолептических, физико-химических и математических:

– разработка шкалы органолептической оценки филе лососевых рыб малосоленого деликатесного, изготовленного по разработанной технологии с использованием инжекторного посола и КПД «Pre-Lacks» и последующая оценка готовой продукции по ГОСТ 7631-2008;

– физические – определение температуры проведения технологических процессов; определение плотности рассола для инъектирования филе лососевых рыб при помощи ареометра;

– отбор проб сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для органолептических и физико-химических исследований – по ГОСТ 31339-2006;

– физико-химические и химические (стандартные): определение массовых долей воды (В, %), жира (Ж, %), золы (З, %) в сырье по ГОСТ7636–85; определение общего (ОА, %) и небелкового азота (НБА, %) методом Кьельдаля с минерализацией проб на аппарате «Selecta Bloc Digest» и последующей отгонкой и обратным титрованием по ГОСТ 7636-85; определение массовой доли поваренной соли аргентометрическим методом по ГОСТ 7636-85;

– математические – статистическая обработка результатов эксперимента с использованием пакета прикладных программ MS Excel;

– специальные – коэффициент диффузии соли определяли графическим дифференцированием экспериментальных зависимостей распределения соли по толщине филе в процессе посола и дальнейшего холодильного хранения, для получения данных по распределению соли в форели филе-кусочек разрезали на равные по толщине слои, обозначаемые как «верхний», «средний» и «нижний», в каждом из которых, определяли впоследствии массовые доли поваренной соли.

Результаты и обсуждение

Примененные в серии экспериментов условия посола, обоснованные по результатам ранее проведенных исследований, приведены в табл. 2. В статье подробно приведены результаты исследований посола форели радужной, аналогичные исследования проведены для посола семги. Важным условием получения сопоставимых экспериментальных данных было соблюдение следующих требований. В работе использовали рыбное сырье одной коммерческой партии постоянного общего химического состава, установленного экспериментально. Сырье, разделанное на филе-кусочек на коже с размерно-массовыми характеристиками (толщиной и массой куска), обеспечивающими минимальное отклонение от медианных величин солили одинаковым способом – в толщу филе-куска вводили рассол с постоянной одинаковой температурой и постоянным составом. Инъектирование во всех экспериментах осуществляли при помощи ручного инъектора на 5 игл на глубину, соответствующую примерно половине толщины филе-куска, с шагом по ширине куска около 1 см.

Таблица 2. Условия посола форели радужной (филе-кусочек)

Table 2. Conditions for salting of the rainbow trout (fillet-piece)

Сырье	Концентрация КПД «Pre-Lacks» в рассоле	Температура посола, °C	Гидромодуль, %	Прочие условия посола
Форель радужная филе-кусок массой (300±50) г, экспериментально установленная удельная поверхность всех кусков 0,139±0,006 м ² /кг.	4,0	3±1	15	Длительность посола (10±2) ч. Холодильное хранение – в течение 54 суток (соответствует предполагаемому сроку хранения с учетом коэффициента резерва), температура хранения (3±1) °C

После инъектирования филе выдерживали до 30 минут на технологическом столе для стабилизации и равномерного распределения рассола, после чего взвешивали для контроля гидромодуля и определяли расчетным методом точное количество соли, вошедшее в рыбу. В случае недостатка соли для проведения законченного посола филе, его досаливали сухой кристаллической солью, равномерно распределяя рассчитанное количество по поверхности филе со стороны мяса. Затем филе-кусок вакуумировали и направляли на хранение в холодильную камеру.

На рис. 2 показано распределение соли по толщине филе-куска форели радужной в процессе посола и холодильного хранения.

В научной литературе имеются сведения о том, что при инъектировании рыбного филе диффузионно-осмотические процессы начинаются одновременно по всей толще филе или филе-куска [Технология рыбы ..., 2010]. Полученные нами результаты не противоречат этому, однако выявлены ряд особенностей. Анализ рис. 2 показал, что, спустя 1 час после инъектирования филе-куска, максимальная концентрация соли наблюдается в поверхностном, а не среднем слое филе, в который собственно производили впрыскивание рассола. Такое распределение солёности по толщине филе более характерно для традиционного посола, когда в соответствии с теорией Крина соль продвигается в виде фронта от поверхности вглубь филе [Димова, 2006; Технология рыбы ..., 2010], при этом градиент концентрации соли направлен в противоположную сторону – к максимальному значению потенциала – то есть к поверхности (ок. 8 % соли). Высокую концентрацию соли в поверхностной слое рыбы можно объяснить досаливанием филе сухой кристаллической солью, которая наносится равномерно на его поверхность.

Из рисунка также видно, что в процессе холодильного хранения, в течение которого при традиционном посоле продолжается активное перераспределение соли по толщине куска под действием диффузии, в случае посола инъектированием активный перенос наблюдается в первые восемь суток и преимущественно в поверхностном и нижнем слое филе. В среднем слое филе, в который инъектировали рассол, значительных колебаний солёности не отмечено в течение всех 54 суток хранения. Перенос соли практически завершился к 8 суткам хранения, за исключением нижнего, прилегающего к коже слоя, в котором движение соли отмечалось к 39 суткам холодильного хранения.

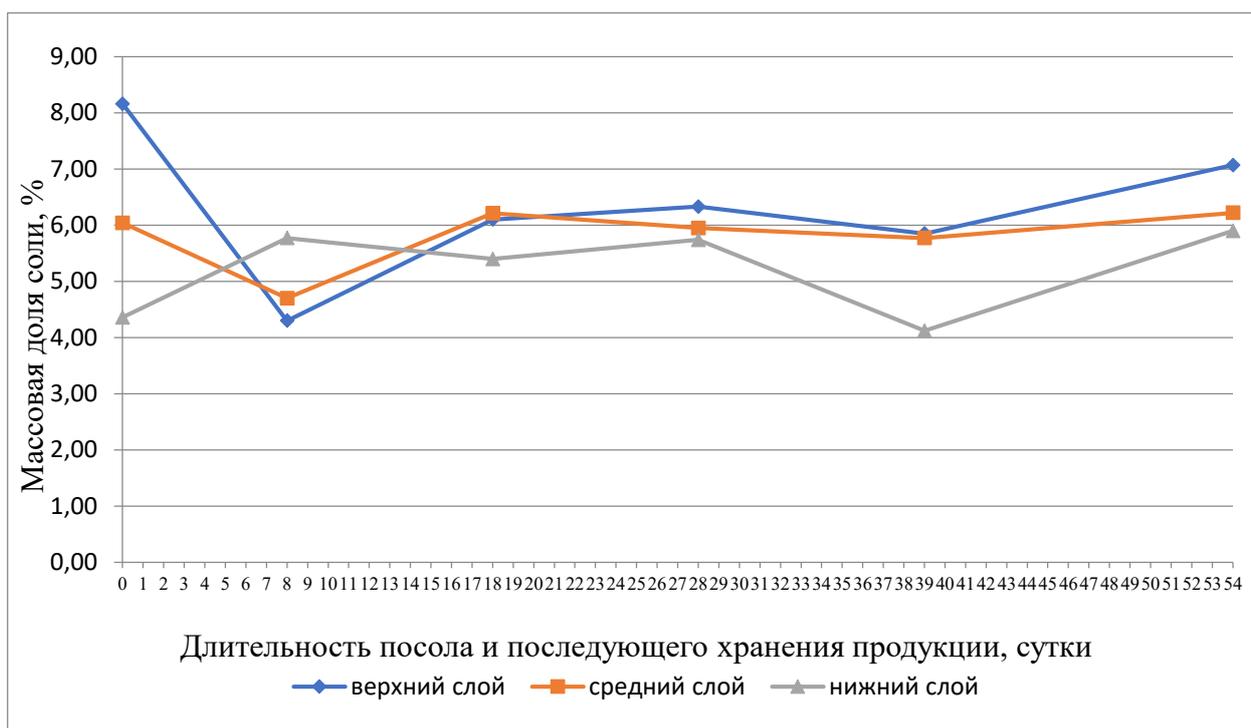


Рис. 2. Распределение соли по толщине филе-куска форели радужной в процессе посола и холодильного хранения

Fig. 2. Distribution of salt along the thickness of a fillet of rainbow trout during salting and cold storage

Таким образом, впервые установлено, что при посоле филе-куска форели инъектированием, диффузионный перенос соли активно протекает в первые восемь суток хранения (примерно треть от предполагаемого срока хранения), после чего можем наблюдать значительное замедление и практически полное прекращение переноса по всей толщине филе. При этом наиболее активно процесс протекает именно в поверхностном слое филе, а не в слое, в который осуществлялось введение рассола под давлением. Средняя за процесс солёность филе-куска при посоле инъектированием достигается практически сразу и не растет в процессе холодильного хранения (рис. 3), как это наблюдается при традиционном «семужном» посоле, что согласуется с предыдущим выводом и дополняет имеющиеся в литературе сведения о характере диффузионных процессов.

Также впервые установлено, что процесс диффузии соли протекает при посоле инъектированием филе-кусков форели радужной несимметрично, что несвойственно традиционному посолу.

На рис. 4–6 представлено распределение соли по толщине филе для трех из шести контрольных точек холодильного хранения рыбы (фон или 0-ые сутки хранения, 28-е и 54-е сутки хранения). В ходе исследований установлено, что для пяти из шести контрольных точек наблюдалось несимметричное распределение солёности по толщине куска рыбы и наличие только одной границы, характер распределения соли по толщине в четырех опытах из шести – линейный. Как известно, для традиционного посола характерна симметрия распределения соли и наличие двух границ – левой и правой, характеризующихся максимальным значением потенциала массы.

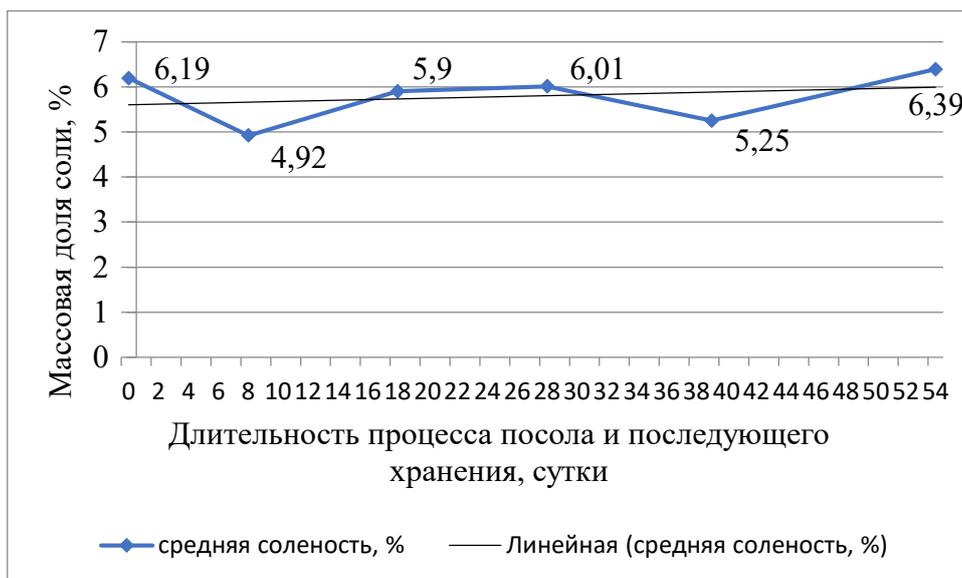


Рис. 3. Средняя (по филе-куску) соленость форели радужной за процесс холодильного хранения ($4,75 \pm 1,326$) %

Fig. 3. Average (fillet-piece) salinity of rainbow trout during the cold storage process (4.75 ± 1.326) %

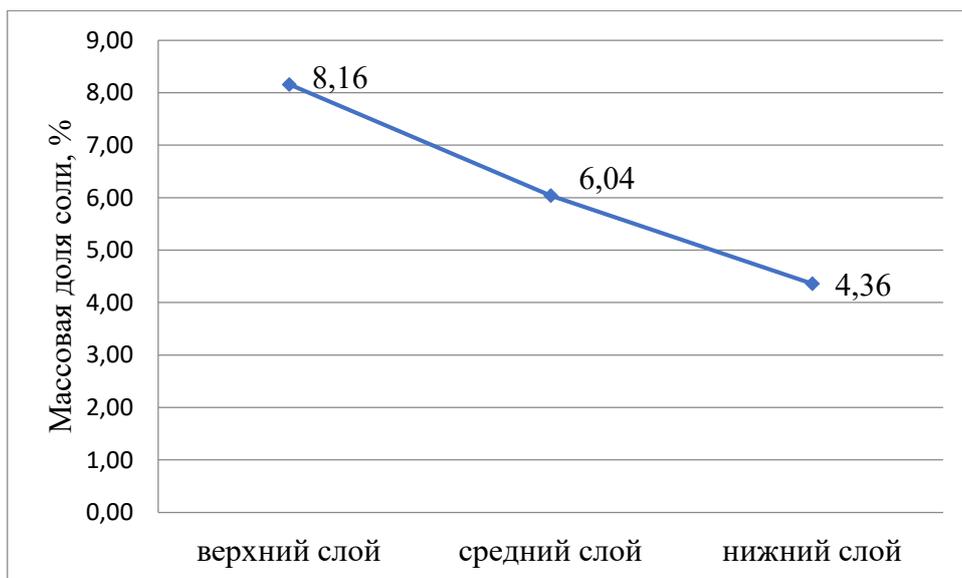


Рис. 4. Распределение соли по толщине филе-куска форели радужной на начало посола (фон, 0-ые сутки хранения)

Fig. 4. Distribution of salt along the thickness of a fillet of rainbow trout at the beginning of salting (background, 0 day of storage)

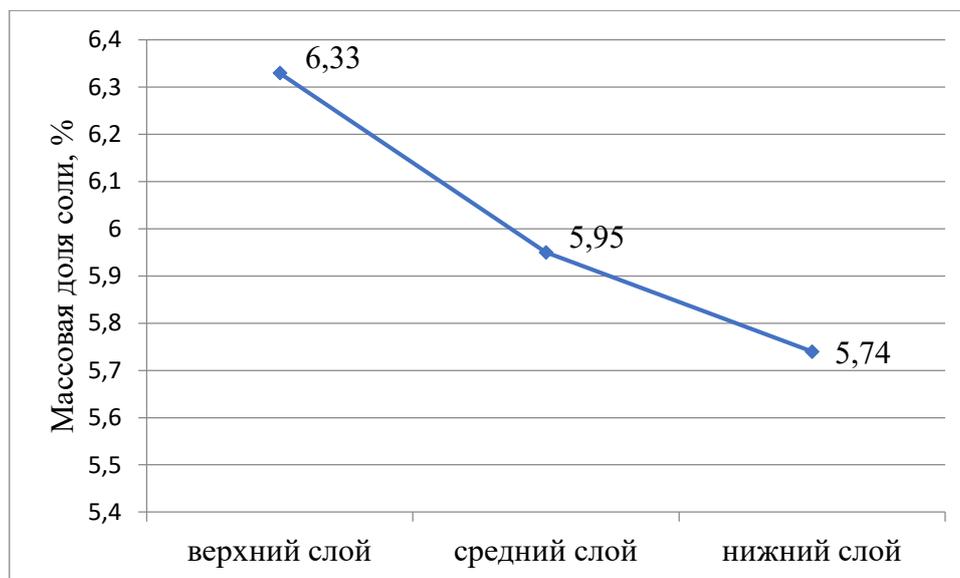


Рис. 5. Распределение соли по толщине филе-куска форели радужной на начало посола (28-е сутки хранения)

Fig. 5. Distribution of salt along the thickness of a fillet of rainbow trout at the beginning of salting (28 day of storage)

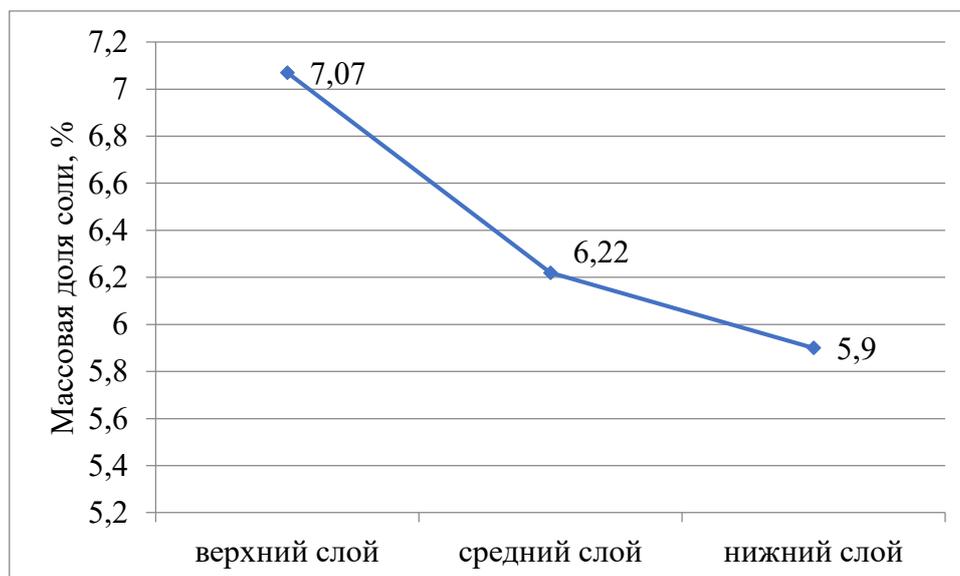


Рис. 6. Распределение соли по толщине филе-куска форели радужной на начало посола (54-е сутки хранения)

Fig. 6. Distribution of salt along the thickness of a fillet of rainbow trout at the beginning of salting (54 day of storage)

Анализ направлений векторов градиента концентрации соли и потоков соли показывает, что, если при традиционном посоле градиенты концентрации симметрично направлены к поверхностям филе-куска, как со стороны мяса, так и со стороны кожного покрова, а движение соли происходит в обратном направлении – от поверхностей к центру, то при посоле

инъектированием наблюдаем противоположную картину. Вектор градиента направлен в сторону поверхности куска по нормали к направлению инъекции, максимальное значение потенциала массы и концентрации соли наблюдаем в поверхностном слое (со стороны мяса), а движение потока соли происходит в обратном направлении – к среднему и нижнему, прилегающему к коже, слою филе-куска форели.

Полученные данные позволили рассчитать значения коэффициентов диффузии соли при посоле инъектированием филе-куска форели радужной. На рис. 7 приведена схема обработки экспериментальных данных и расчетная формула для определения величины градиента концентрации графическим дифференцированием зависимости, которая характеризует распределение соли по толщине филе-куска.

На рис. 7 b и c – катеты прямоугольного треугольника, гипотенуза которого образована линейным участком кривой распределения соли по толщине филе-куска в конкретный момент длительности посола. При нелинейном распределении соли в рыбе гипотенузу образует касательная, проведенная к точкам, обозначающим левую и правую границы измерения соли по толщине филе-куска. Коэффициенты k_b и k_c принимают значения осевых коэффициентов, учет которых позволяет устранить влияния выбранного масштаба построения графической зависимости на результат вычислений. Подобным образом были обработаны все полученные экспериментальные графические зависимости.

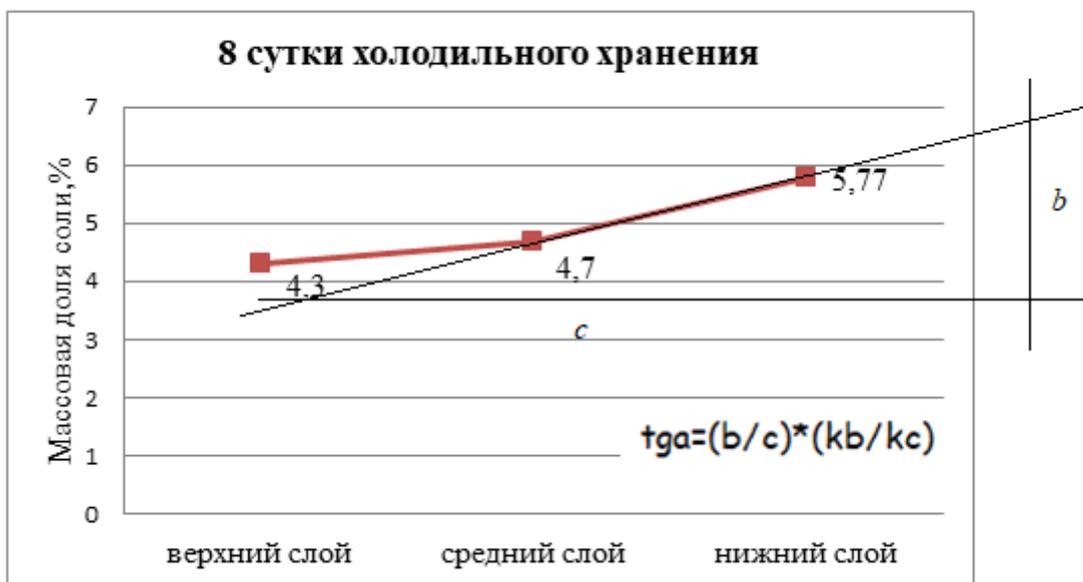


Рис. 7. Схема обработки экспериментальных данных и расчетная формула для определения величины градиента концентрации графическим дифференцированием зависимости, характеризующей распределение соли по толщине филе-куска

Fig. 7. Experimental data processing scheme and calculation formula for determining the magnitude of the concentration gradient by graphical differentiation of the dependence which characterizes the distribution of salt over the thickness of the fillet

В табл. 3 приведены результаты определения градиента концентрации соли для всех контрольных точек в процессе холодильного хранения филе-куска форели радужной во время и после посола. Полученные значения сопоставимы по величине с имеющимися в литературе

данными для инъекционного посола лососевых рыб [Гребенюк, 2013], что позволяет сделать вывод о том, что интенсивность массообменных процессов практически не зависит от способа доставки соли в толщу мяса рыбы.

Таблица 3. Градиент концентрации соли (экспериментальные значения) в форели радужной (филе-кусочек), посоленной способом инъектирования

Table 3. Salt concentration gradient (experimental values) in rainbow trout (fillet-piece) salted by injection method

Продолжительность посола и холодильного хранения, сутки	Градиент концентрации соли, %/м	
	левая граница	правая граница
0	-	2,11
8	0,56	-
18	-	0,73
28	-	0,38
39	-	0,98
54	0,86	-

Таким образом, на основании полученных данных можем сделать вывод, что посол инъектированием лососевых рыб (филе-кусочек с кожей), позволяет не столько ускорить процесс просаливания рыбы в результате роста интенсивности диффузионных процессов, сколько позволяет в моменте достичь массированного введения соли в толщу куска рыбы.

Ниже приведена формула для расчета коэффициента диффузии соли D , м²/с, (2), полученная из основного уравнения массопроводности (1)

$$q = -D \cdot \rho \cdot \nabla C, \quad (1)$$

где q – удельная интенсивность насыщения тканей рыбы солью, % · $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$;

D – коэффициент диффузии соли, $\frac{\text{м}^2}{\text{с}}$;

ρ – плотность тканей рыбы, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

∇C – градиент концентрации соли в рыбе, $\frac{\%}{\text{м}}$.

$$D = \frac{q}{\rho \cdot \nabla C}, \quad (2)$$

Удельную интенсивность насыщения тканей рыбы солью рассчитывали по формуле

$$q = \frac{S_{n+1} - S_n}{(\tau_{n+1} - \tau_n) \cdot F}, \quad (3)$$

где S_n, S_{n+1} – массовая доля соли в рыбе (экспериментальное значение), %, за промежутков времени $\Delta\tau$, с, который рассчитывают по формуле $\Delta\tau = \tau_{n+1} - \tau_n$;

F – удельная поверхность рыбы, м²/кг.

Ниже приведены примеры расчета q и $D_{\text{лев.гр.}}$ для длительности холодильного хранения рыбы после посола 8 суток:

$$q = -\frac{4,2-8,16}{(8-0)\cdot 24\cdot 3600\cdot 0,139} = 40,20 \cdot 10^{-6} \% \frac{\text{кг}}{\text{м}^2\cdot\text{с}};$$

$$D_{\text{лев,зр}} = \frac{40,20\cdot 10^{-6}}{980\cdot 0,56} = 7,29 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2/\text{с}.$$

В табл. 4 представлены результаты расчета коэффициентов диффузии соли в тканях форели радужной (филе-кусочек) малосоленой в процессе посола и последующего холодильного хранения, которые хорошо согласуются с имеющимися в литературе данными по посолу лососевых рыб традиционным способом.

Таблица 4. Коэффициент диффузии соли (экспериментальные значения) в мясе форели радужной (филе-кусочек) малосоленой в процессе посола и последующего холодильного хранения

Table 4. Salt diffusion coefficient (experimental values) in rainbow trout (fillet-piece) lightly salted during salting and subsequent cold storage

Продолжительность посола и холодильного хранения, сутки	Коэффициент диффузии соли, м ² /с	
	левая граница (верхний слой)	правая граница (слой мяса, прилегающий к коже)
8	7,29·10 ⁻⁸	-
18	-	4,31·10 ⁻⁹
28	-	5,16·10 ⁻⁹
39	-	3,78·10 ⁻⁹
54	8,32·10 ⁻⁹	-

Из таблицы видно, что посол инъектированием не оказывает влияния на «проницаемость» тканей рыбы для соли, то есть на способность тканей к массопереносу соли, которая и характеризуется коэффициентом диффузии.

Выводы

В результате проведенных исследований достигнута поставленная цель и успешно решены все задачи.

Изготовлены опытные образцы филе лососевых рыб (форель радужная и семга) малосоленого способом инъекторного посола с использованием комплексной пищевой добавки «Pre-Lacks» с соблюдением оптимальных технологических режимов, установленных на предыдущем этапе исследований.

Для выбранных условий посола изучена так называемая внутренняя (молекулярная) диффузия соли в тканях филе лососевых рыб. Выявлен преобладающе несимметричный линейный характер распределения соли по толщине филе-кусочка рыбы и наличие только одной границы, что отличает посол инъектированием от традиционного «семужного» посола.

Анализ удельной интенсивности насыщения тканей рыбы солью при посоле инъектированием форели радужной и лосося атлантического (филе-кусочек с кожей), позволил установить, что выбранный способ посола практически не влияет на массообменные коэффициенты, характеризующие перенос соли в рыбе, но при этом позволяет в моменте достичь массивированного введения соли в объем мышечной ткани рыбы.

Впервые определены экспериментально-расчетным методом значения коэффициентов диффузии соли, характеризующих проницаемость тканей рыбы для соли в процессе посола

инъектированием с использованием КПД «Pre-Lacks» и последующего холодильного хранения готовой малосоленой продукции.

Благодарности

Выражаем благодарность генеральному директору ООО «Ваш технолог» (г. Санкт-Петербург, Россия) Сницарю Дмитрию Григорьевичу за предоставленные коммерческие образцы комплексной пищевой добавки «Pre-Lacks», ценные советы и помощь в проведении исследований.

Список источников

- Гребенюк А. А.* Разработка технологии двухступенчатого посола лососевых рыб из аквакультуры : автореф. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук: 05.18.04 – технология мяс., мол. и рыб. продуктов и холод. пр-в СПб, 2013. 21 с.
- Димова В. В.* Совершенствование процесса посола в механизированных линиях холодного копчения мелкой рыбы и филе : автореф. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук: 05.18.04 – технология мяс., мол. и рыб. продуктов и холод. пр-в Мурманск, 2006. 25 с.
- Как увеличить потребление рыбы в России // Лаборатория ритейла : электрон. журн., 2021, Вып. 9.*
URL: <https://pltf.ru/wp-content/uploads/2021/07/kak-uvlechit-potreblenie-ryby-v-rossii.pdf?ysclid=1722w3o3n727324810> (дата обращения: 17.08.23).
- Лукина Е. В., Шокина Ю. В., Антонов П. В., Левшина И. Е. О.* Анализ комплексных изменений при посоле лососевых инъектированием с использованием пищевой добавки PRE-LACKS // Вестник Мурманского государственного технического университета, 2022, Т. 25, № 3, С. 183–196.
- Салтанова Н. С.* Современные тенденции производства соленой продукции из гидробионтов // Вестник Камчатского государственного технического университета, 2012, № 20, С. 67–75.
- Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник для студентов высших учебных заведений / под ред. А.М. Ершова. М.: Изд-во «Колос», 2010. 1064 с.*
- Akse L., S. Birkeland, T. Tobiassen, S. Joensen, R. Larsen* Injection-salting and cold-smoking of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) at different stages of rigor mortis: Effect on physical properties // *Journal of Food Science*, 2008, Vol. 73, Iss. 8, pp. 378–382. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00917.x. PMID: 19019109.
- Bjørnevik Marit, Mireille Cardinal, Jean Luc Vallet [et al.]* Effect of salting and cold-smoking procedures on Atlantic salmon originating from pre-or post rigor filleted raw material. Based on the measurement of physiochemical characteristics // *Food Science and Technology*, 2018, Vol. 91, pp. 431–438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.047>
- Gallart-Jornet L., J. M. Barat, T. Rustad [et al.]* Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting // 2007. *Journal of Food Engineering*. Vol.80. Issue 1. pp. 267–275.
- Olivares Javier, Helena Nuñez, Cristian Ramirez [et al.]* Application of moderate electric fields and CO2-laser microperforations for the acceleration of the salting process of Atlantic salmon (*Salmo salar*) // *Food and Bioproducts Processing*, 2021, Vol. 125, pp.105–112.
- Rizo Arantxa, Ana Fuentes, Isabel Fernández-Segovia, Rafael Masot, Miguel Alcañiz, Jose M. Barat* Development of a new @-smoking method and process monitoring by impedance spectroscopy // *Food Science and Technology*, 2013, № 51, pp. 218–224.

Reference

- Dimova V. V.* Improvement of the salting process in mechanized lines of cold smoking of small fish and fillets : abstract. on the job. scientific step. Candidate of Technical Sciences: 05.18.04 – technology of meat, mol. and fish. products and cold. Murmansk Ave., 2006. 25 p. (In Russ.).
- Grebenyuk A. A.* Development of technology of two-stage salting of salmon fish from aquaculture : abstract. on the job. scientific step. Candidate of Technical Sciences: 05.18.04 – technology of meat, mol. and fish. products and cold. St. Petersburg Ave., 2013. 21 p. (In Russ.).

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 85–97.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 85–97.

How to increase fish consumption in Russia // Retail Laboratory : electron. journal, 2021, Issue 9. URL: <https://pltf.ru/wp-content/uploads/2021/07/kak-uvlechit-potreblenie-ryby-v-rossii.pdf?ysclid=1722w3o3n727324810> (date of application: 17.08.23). (In Russ.).

Lukina E. V., Yu. V. Shokina, P. V. Antonov, I. E. O. Levshina Analysis of complex changes in salting salmon by injection using a food additive PRE-LACKS // Bulletin of the Murmansk State Technical University, 2022, Vol. 25, No. 3, С. 183–196. (In Russ.).

Saltanova N. S. Modern trends in the production of salted products from hydrobionts // Bulletin of the Kamchatka State Technical University, 2012, No. 20, pp. 67–75. (In Russ.).

Technology of fish and fish products: textbook for students of higher educational institutions / edited by A. M. Ershov. Moscow: Publishing house "Kolos", 2010. 1064 p. (In Russ.).

Rizo Arantxa, Ana Fuentes, Isabel Fernández-Segovia, Rafael Masot, Miguel Alcañiz, Jose M. Barat Development of a new @-smoking method and process monitoring by impedance spectroscopy // Food Science and Technology, 2013, № 51, pp. 218–224.

Olivares Javier, Helena Nuñez, Cristian Ramirez [et al.] Application of moderate electric fields and CO₂-laser microperforations for the acceleration of the salting process of Atlantic salmon (*Salmo salar*) // Food and Bioproducts Processing, 2021, Vol. 125, pp.105–112.

Akse L., S. Birkeland, T. Tobiassen, S. Joensen, R. Larsen Injection-salting and cold-smoking of farmed Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) at different stages of rigor mortis: Effect on physical properties // Journal of Food Science. 2008, Vol. 73, Iss. 8, pp.378–382. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00917.x. PMID: 19019109.

Gallart-Jornet L., J. M. Barat, T. Rustad [et al.] Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting // Journal of Food Engineering, 2007, Vol. 80, Issue 1, pp. 267–275.

Bjørnevik Marit, Mireille Cardinal, Jean Luc Vallet [et al.] Effect of salting and cold-smoking procedures on Atlantic salmon originating from pre-or post rigor filleted raw material. Based on the measurement of physiochemical characteristics // Food Science and Technology, 2018, Vol. 91, pp. 431–438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.047>

Статья поступила в редакцию 29.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 29.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

Г. О. Шокин, Ю. В. Шокина

ФГАОУ ВО «Мурманский арктический университет», г. Мурманск, Россия

shokingo@mstu.edu.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ РЫБНОГО КОМБИНИРОВАННОГО КУЛИНАРНОГО ИЗДЕЛИЯ «ТЕРРИН ИЗ ПОДКОПЧЕННОЙ САЙДЫ С ШАМПИНЬОНАМИ ЗАПЕЧЕННЫЙ»

Аннотация

В статье приведены результаты научного обоснования технологического решения, направленного на расширение ассортимента деликатесных рыбных кулинарных изделий в категории «ready-to-eat». В основе предлагаемой технологии нового рыбного кулинарного изделия «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный» традиционная рецептура французского запеченного паштета «Террин рыбный с овощами». В качестве основного сырья использована сайда – рыба семейства тресковых, которая не пользуется потребительским спросом из-за плотной суховатой консистенции и темной окраски мяса. Для улучшения консистенции сайды предложено проводить кратковременную щадящую предварительную тепловую обработку – подкапчивание канцерогенно безопасной дымовоздушной смесью, вырабатываемой ИК-дымогенератором (температура процесса от 22 до 28 °С, относительная влажность от 55 до 60 %, скорость циркуляции смеси в коптильной камере менее 0,1 м/с, продолжительность процесса подкапчивания от 1 до 3 часов). С использованием метода нечетких множеств в программном пакете MatLab спроектирована сложная рецептура, гарантирующая достижение готовым кулинарным изделием максимально возможной органолептической оценки.

Ключевые слова:

рыбное кулинарное изделие, подкопченное филе сайды, канцерогенная безопасность, дымовоздушная смесь, ИК-дымогенератор, оптимальная рецептура.

G. O. Shokin, Yu. V. Shokina

Murmansk Arctic University, Murmansk, Russia

shokingo@mstu.edu.ru, shokinayuv@mstu.edu.ru

THE DEVELOPMENT OF THE RECIPE FOR A FISH COMBINED CULINARY PRODUCT "TERRINE FROM SMOKED SAUERKRAUT WITH BAKED CHAMPIGNONS"

Abstract

The article presents the results of scientific substantiation of a technological solution aimed at expanding the range of delicatessen fish culinary products in the "ready-to-eat" category. As a base of the proposed technology of a new fish culinary product "Terrine from smoked sauerkraut with baked champignons" is the traditional food of French cuisine, similar to a pâté, «fish terrine with vegetables». The main raw material used is a coalfish, or the saithe, a fish of the cod family which is not in consumer demand due to the dense consistency and dark color of the meat. To improve such qualities, it is proposed to carry out a short-term gentle preliminary heat treatment, pumping with a carcinogenic-safe smoke-air mixture produced by an IR smoke generator (process temperature 22-28 °C, relative humidity 55-60 %, the circulation rate of the mixture in the smoking chamber is less than 0.1 m / s, the duration of the pumping process is from 1 to 3 hours). Using the fuzzy sets method, a complex recipe has been designed in the MatLab software package, which guarantees that the finished culinary product reaches the maximum possible organoleptic evaluation.

Keywords:

fish culinary product, smoked fillet of sauerkraut, carcinogenic safety, smoke-air mixture, infrared smoke generator, optimal recipe.

Введение

Мясные и рыбные копченые продукты производятся сегодня в широчайшем ассортименте и занимают постоянное место в рационе россиян. Рост потребления копченостей в мире до + 40 % за последние 10 лет отмечает Международная организация ФАО/ВОЗ [Singh and Agarwal, 2018]. Это обусловлено выросшими доходами населения во многих странах, что сделало более доступными для потребителей мясные и рыбные копчености, которые в недалеком прошлом относились к деликатесам класса «премиум».

При этом в последнее десятилетие наблюдается стабильный дефицит качественного сырья животного происхождения. В условиях высоко конкурентного рынка продуктов питания этот дефицит заставляет производителей мясных и рыбных продуктов питания для снижения своих издержек перерабатывать сырье малоиспользуемое или с пониженными качественными характеристиками. Для маскировки отдельных дефектов вкуса, внешнего вида и консистенции в готовых продуктах из такого сырья все более широко используют обработку полуфабрикатов дымом. В результате остро встает проблема загрязнения продуктов питания повседневного спроса канцерогенными соединениями копильного дыма и потенциальному риску роста онкозаболеваний.

Решение перечисленных проблем – в комплексном подходе, реализующем одновременно две задачи – разработку современного энергоэффективного и канцерогенно безопасного оборудования для дымогенерации и разработку технологии продуктов с улучшенными потребительскими свойствами.

С учетом вышесказанного цель исследований – разработка технологии канцерогенно безопасного рыбного кулинарного изделия массового потребления с улучшенными потребительскими свойствами на основе использования для получения копильного дыма энергоэффективного теплового оборудования – ИК-дымогенератора непрерывного действия (ИК-ДГ НД).

Задачи исследования:

1. Разработать рецептуры и технологию изготовления рыбного кулинарного продукта «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный».
2. Предложить шкалу комплексной оценки качества разработанного продукта и исследовать зависимость комплексной оценки качества продукта от соотношения ключевых компонентов рецептуры, формализовать установленную зависимость с использованием метода нечеткой логики в программной среде MatLab с определением оптимальной рецептуры.

Материалы и методы

Объектами исследования при разработке технологии рыбного кулинарного продукта с улучшенными потребительскими свойствами «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный» являлись коммерческие образцы сайды б/г потрошеной охлажденной по ГОСТ 814 – 2019 «Рыба охлажденная. Технические условия» производства АО «Норд Вест Флот Компани» (г. Мурманск) и опытные образцы рыбного кулинарного продукта из подкопченного филе сайды – охлажденные.

Предметом исследования являлись зависимости комплексной оценки качества и отдельных потребительских свойств нового продукта от соотношения ключевых компонентов рецептуры.

В работе использованы следующие методы исследования рыбного сырья и готовых рыбных кулинарных изделий:

– органолептическую оценку сырья, полуфабрикатов и готовой продукции выполняли в ходе расширенных дегустаций профилльным методом с использованием разработанных

балльных шкал по ГОСТ 7631 – 2008. Результаты органолептической оценки опытных образцов полуфабрикатов и продукции представляли в виде профилограмм. Органолептическую оценку сырья, полуфабрикатов и готовой продукции проводили по показателям внешнего вида, запаха, вкуса и консистенции с учетом коэффициентов весомости каждого из этих показателей, назначенных экспертным методом;

– для объективизации оценки показателя «консистенция» готовой продукции определяли реологический показатель «твердость» (Т, Н) на приборе «Texture Analyzer FRTS Series», характеризующий максимальную нагрузку на единицу площади поверхности продукта до начала ее деформации;

– квалитетические – разработка шкалы комплексного показателя K_1 для оценки качества разработанного рыбного кулинарного изделия;

– математические – статистическая обработка результатов эксперимента с использованием пакета прикладных программ MS Excel; автоматизированное проектирование и оптимизация рецептуры разрабатываемого рыбного кулинарного изделия – с использованием метода нечетких множеств в программной среде MatLab.

Результаты и обсуждение

Технологическая схема изготовления нового рыбного кулинарного продукта из подкопченной рыбы разработана на основе действующей технической и нормативной документации.

В основу принятых технологических решений, опирающихся на анализ потребительских предпочтений за последние 5 лет, положена традиционная для южных областей Франции технология запеченного рыбного паштета, включающего в состав термически обработанные овощи, взбитое куриное яйцо, добавляемое для придания готовому продукту «воздушной» консистенции, а также рыбу или морепродукты, не прошедшие предварительную термическую обработку.

Разработанная технологическая схема изготовления нового рыбного кулинарного продукта «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный» включает в себя подготовку (подкапчивание) и измельчение мяса рыбы, обжаривание и тушение смеси овощей и пряностей, соединение компонентов со взбитым куриным яйцом, и запекание фасованного в потребительскую упаковку паштета до готовности.

Готовый террин имеет сочную слегка воздушную консистенцию, приятный легкий аромат подкопченной рыбы, использованных при приготовлении пряностей и овощей, и является изысканной закуской, прекрасно сочетающейся с легкими молодыми французскими винами и сидром. Террин можно подавать как горячую закуску, но и в охлажденном виде он не теряет своих вкусовых достоинств.

Особенностью нового продукта является использование в качестве рыбной компоненты мяса подкопченной рыбы – сайды. Выбор сайды в качестве сырья обусловлен несколькими причинами, среди которых – высокая пищевая ценность мяса сайды, ее доступность для переработки и приемлемая стоимость, что выгодно отличает сайду относительно других более популярных у переработчиков и населения тресковых рыб.

Несмотря на некоторые особенности, снижающие потребительскую оценку продукции из сайды, ее мясо отличается высокой пищевой ценностью. Как следует из табл. 1, мясо сайды содержит до 19 % белка и менее 1 % жира, что делает ее мясо диетическим продуктом.

Таблица 1. Химический состав сайды [Химический состав ..., 1998]

Table 1. Chemical composition of the saithe [Chemical composition ..., 1998]

Рыба	Содержание, %			
	вода	белок	жир	зола
Сайда	79,2	19,0	0,4	1,2

Белково-водный коэффициент (БВК), составляющий для мяса сайды 23,99 %, позволяет классифицировать ее по Миндеру как высокобелковую рыбу – прекрасное сырье для столовых блюд, и консервов.

Анализ микроэлементного состава мяса сайды показывает высокое содержание таких ценных макроэлементов в мг на 100 г съедобной части как калий – 340, сера – 190, фосфор – 300, хлор – 165, а также высокое содержание таких микроэлементов в мкг на 100 съедобной части, как железо – 1000, йод – 150, медь – 120, цинк – 850 и фтор – 700 [Химический состав ..., 1998; Шушкова и др., 2018].

Анализ аминокислотного состава белка мяса сайды [Химический состав ..., 1998; Шушкова и др., 2018] позволяет характеризовать его как полноценный.

Таким образом, мясо сайды является прекрасным источником белка, ценных минеральных веществ и витаминов. Непродолжительная обработка филе сайды канцерогенно безопасной дымовоздушной смесью, вырабатываемой ИК-ДГ НД, позволит улучшить ее потребительские характеристики и повысить усвояемость белка [Мезенова и др., 2001], а сочетание с овощными компонентами, растительным маслом, куриным яйцом и пряностями в составе паштета сбалансирует химический состав готового продукта и улучшит его потребительские свойства.

Автоматизированное проектирование и оптимизацию рецептуры нового рыбного кулинарного продукта «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный» осуществляли методом нечеткого логического вывода в программе MatLab с использованием модуля Fuzzy Logic Toolbox.

На основе базовой рецептуры традиционной французской закуски «Террин рыбный с овощами» были разработаны шесть вариантов рецептов, различающихся удельным весом компонентов, ключевым образом влияющих на органолептическое восприятие продукта, а именно – мяса подкопченной сайды и творожного сыра. Оба компонента выражали в процентах, первый – на общую массу нетто полуфабриката до финальной тепловой обработки (далее ФТО), а второй – в процентах на общую массу нетто нерыбной компоненты полуфабриката до ФТО соответственно.

Варьирование доли мяса рыбы осуществляли за счет пропорционального изменения доли нерыбной компоненты полуфабриката до ФТО, а варьирование доли творожного сыра осуществляли за счет пропорционального изменения доли смеси шампиньонов с овощами, прошедших предварительную термическую обработку. Удельный вес остальных компонентов в массе нетто полуфабриката до ФТО поддерживали на постоянном уровне для исключения их влияния на результат органолептической оценки готового продукта.

Параметр оптимизации – комплексный показатель K_1 , усл. ед., учитывающий суммарный балл органолептической оценки продукта и реологический показатель – твердость, H – характеризующий объективно такую важную потребительскую характеристику запеченного паштета, как консистенция. Органолептическую оценку опытных образцов продукции осуществляли с использованием разработанной пятибалльной словесной шкалы.

В табл. 2 приведена характеристика комплексного показателя K_1 .

Таблица 2. Характеристика комплексного показателя K_1 Table 2. Characteristics of the complex indicator K_1

Показатель, учитываемый в параметре оптимизации K_1	Коэффициент весомости, назначенный экспертным методом
Твердость (Т), Н/м ²	0,22±0,07
Суммарный балл органолептической оценки продукта (О, балл)	0,78±0,09

Показатель K_1 может принимать значения от 0 до 1, что соответствует уровню качества от 0 до 100 %. Однако критерий оптимизации сформулирован таким образом, чтобы получить вариант рецептуры обеспечивающий максимально возможный уровень качества в диапазоне от 60 % (удовлетворительное качество), что приемлемо для реализации продукта через торговую сеть, до 100 % (отличное качество). Удельный вес учитываемых в расчете K_1 показателей качества нового продукта – твердости и суммарного балла органолептической оценки – назначали экспертным методом.

Показатель K_1 рассчитывали по формуле

$$K_1 = \xi_1 \cdot \frac{O_{\text{опыт.образец}}}{O_{\text{эталон}}} + \xi_2 \cdot \frac{T_{\text{опыт.образец}}}{T_{\text{эталон}}}, \quad (1)$$

где K_1 – комплексный показатель, усл. ед.;

ξ_1 , ξ_2 – коэффициенты весомости учитываемых в комплексной оценке показателей, назначены экспертным методом, приведены в табл. 4;

$O_{\text{опыт.образец}}$, $O_{\text{эталон}}$ – суммарный балл органолептической оценки продукта (опытного образца) по разработанной пятибалльной шкале и эталона, балл;

$T_{\text{опыт.образец}}$, $T_{\text{эталон}}$ – показатель «твердость» измеренный у продукта (опытного образца) и у эталона, Н/м².

План эксперимента приведен в табл. 3. Диапазоны варьирования значений выбранных влияющих факторов были обоснованы по результатам предварительных экспериментов, границы диапазонов соответствуют границам органолептического восприятия влияющих факторов.

Ранжирование переменных при помощи лингвистических термов проводили с учетом априорной информации и результатов предварительного эксперимента. Результаты эксперимента по установлению влияния соотношения ключевых рецептурных компонентов на комплексный показатель K , выбранный в качестве параметра оптимизации и учитывающий как органолептическую оценку продукта, так и объективизированную инструментальную оценку показателя – консистенции, приведены на рис. 1 в виде профилограммы.

По результатам экспериментов были сформулированы 6 правил (табл. 4), которые формализуют лингвистически – при помощи термов – зависимость параметра оптимизации от двух выбранных влияющих факторов.

При помощи модуля «Fuzzy Logic Toolbox» в программе MatLab осуществляли математическую формализацию установленной функциональной зависимости комплексного показателя K от соотношения ключевых компонентов рецептуры нового продукта, определяющих его потребительские свойства в наибольшей степени. Формализацию осуществляли путем нечеткого моделирования. Результаты представлены на рис. 2–3.

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 98–106.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 98–106.

Таблица 3. Матрица эксперимента по автоматизированному проектированию оптимальной рецептуры нового рыбного кулинарного продукта с улучшенными потребительскими свойствами – «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный»

Table 3. Matrix of the experiment on the automated design of the optimal formulation of a new fish culinary product with improved consumer properties, "Terrine from smoked sauerkraut with baked champignons"

Переменная	Диапазон исследуемых значений (область факторного пространства)	Лингвистические термы	Диапазон значений для одного лингвистического терма
Входные переменные (влияющие факторы)			
Доля мяса подкопченной сайды, % на общую массу нетто полуфабриката до ФТО	От 50 до 70	«мало» (malo)	50,0
		«средне» (sredne)	60,0
		«много» (mnogo)	70,0
Доля творожного сыра, % на общую массу нетто нерыбной компоненты полуфабриката до ФТО	От 30 до 60	«мало» (malo)	30,0
		«не очень мало» (neochtnmalo)	40,0
		«не очень много» (neochenmnogo)	50,0
		«много» (mnogo)	60,0
Выходная переменная (параметр оптимизации)			
Комплексный показатель К, усл. ед.	От 0,6 до 1,0	«очень нежелательно» (ochennezhelatelno)	от 0,60 до 0,68
		«не очень желательно» (neochenzhelatelno)	от 0,69 до 0,76
		«удовлетворительно» (udovletvorytelno)	от 0,76 до 0,84
		«желательно» (zhelatelno)	от 0,85 до 0,92
		«очень желательно» (ochenzhelatelno)	от 0,93 до 1,00

С помощью компьютерной программы определены оптимальные значения выбранных технологических факторов, гарантирующих достижение новым рыбным кулинарным изделием «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный» наилучших органолептических свойств: доля мяса подкопченной сайды – 60 % на общую массу нетто полуфабриката до ФТО; доля творожного сыра – 45 % на общую массу нетто нерыбной компоненты полуфабриката до ФТО.

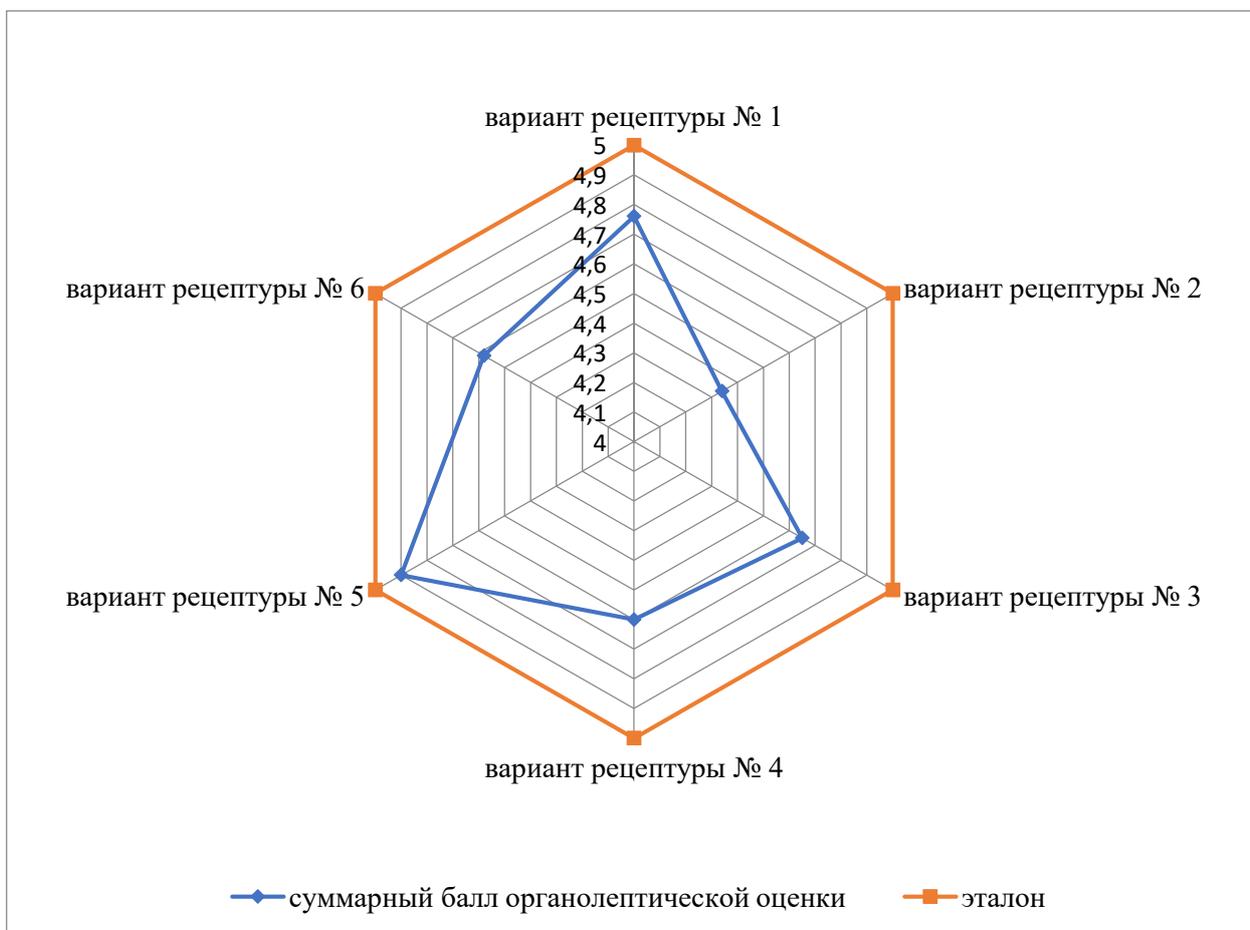


Рис. 1. Профилограмма органолептической оценки (суммарный балл) опытных образцов продукта «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный»

Fig. 1. Profilogram of organoleptic evaluation (total score) of experimental samples of the product "Terrine from smoked sauerkraut with baked champignons"

Таблица 4. Правила для генерации нечеткого вывода в программе MatLab

Table 4. Rules for generating fuzzy output in MatLab

№ правила	Условие для фактора «sayda-podkopchenaya», % на общую массу нетто полуфабриката до ФТО	Условие для фактора «syrtvorozhny», % на общую массу нетто нерыбной компоненты полуфабриката до ФТО	Правило для параметра оптимизации «kompleksindex», усл. ед.	Коэффициент весомости правила
	Если	Если	То	
1	malo	none	zhelatelno	1,0
2	mnogo	none	udovletvorytelno	1,0
3	none	malo	udovletvorytelno	1,0
4	none	mnogo	zhelatelno	1,0
5	sredne	neochenmnogo	ochenzhelatelno	0,8
6	sredne	neochenmalo	zhelatelno	0,8

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 98–106.
 Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 98–106.

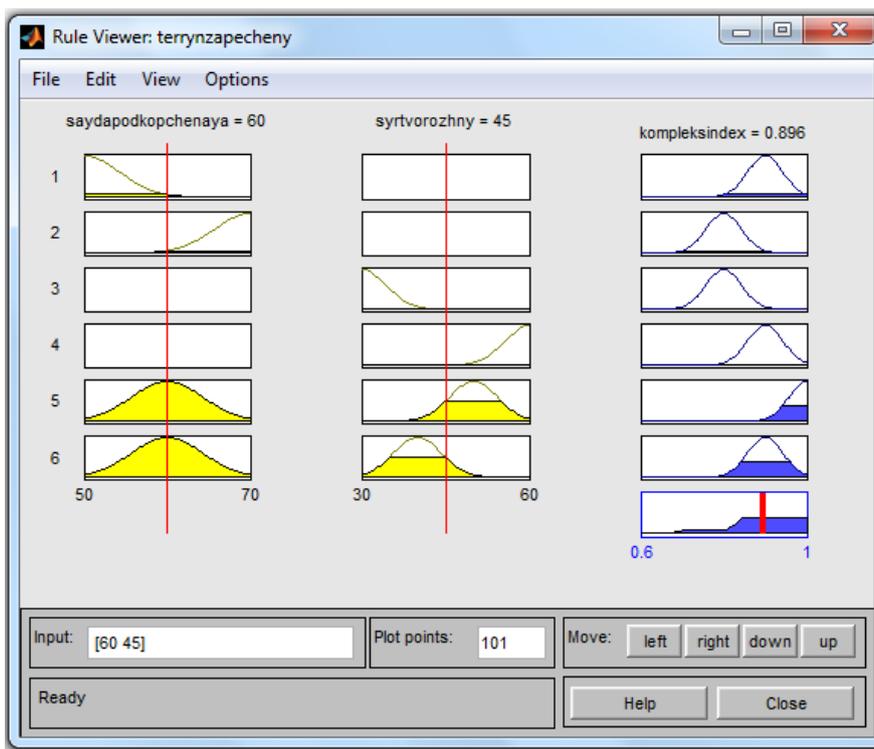


Рис. 2. Визуализация нечеткого вывода в программе MatLab
 Fig. 2. Visualization of fuzzy output in MatLab

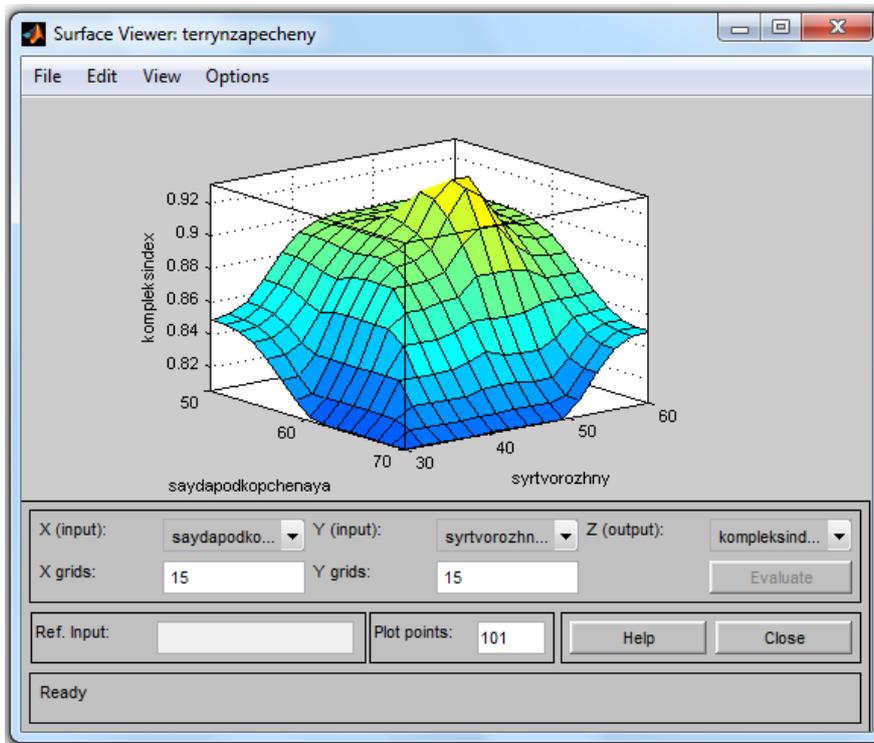


Рис. 3. Визуализация нечеткого вывода в программе MatLab (поверхность отклика)
 Fig. 3. Visualization of fuzzy output in MatLab (response surface)

Выводы

В результате проведенных исследований достигнута поставленная цель и успешно решены все задачи.

Предложена технология канцерогенно безопасного рыбного кулинарного изделия «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный» с улучшенными потребительскими свойствами на основе использования для получения коптильного дыма энергоэффективного теплового оборудования – ИК-дымогенератора непрерывного действия.

Предложена шкала комплексного показателя K_1 для оценки потребительских свойств нового рыбного кулинарного изделия и экспериментально исследована зависимость комплексного показателя от соотношения ключевых компонентов рецептуры, формализованная с использованием метода нечеткой логики в программной среде MatLab.

Спроектирована оптимальная рецептура изготовления нового рыбного кулинарного изделия с улучшенными потребительскими свойствами «Террин из подкопченной сайды с шампиньонами запеченный».

Благодарности

Выражаем благодарность сотрудникам кафедры «Технологии пищевых производств» за помощь в проведении дегустаций опытных образцов рыбных кулинарных изделий, активное обсуждение и плодотворную дискуссию по вопросу расширения ассортимента рыбной кулинарной продукции с улучшенными потребительскими свойствами.

Список источников

Singh Lochan, Agarwal Tripti Polycyclic aromatic hydrocarbons in diet: Concern for public health // Trends in Food Science & Technology. September 2018. Vol. 79. pp. 160–170.

Мезенова О. Я., Ким И. Н., Бредихин С. А. Производство копченых пищевых продуктов. М. : КолосС, 2001. 208 с.

Химический состав и биохимические свойства гидробионтов прибрежной зоны Баренцева и Белого морей / Т. К. Лебская, Ю. Ф. Двинин, Л. Л. Константинова [и др.]. 2-е изд., доп. Мурманск : Изд-во ПИПРО, 1998. 149 с.

Шушкова О. А., Васильева Г. С., Коллерт К. В., Шокина Ю. В. Исследование регионального рынка рыбной кулинарной пастообразной продукции в целях обоснования разработки инновационных технологий и расширения ассортимента // Известия высших учебных заведений. Арктический регион. 2018. № 1. С. 69–80.

References

Singh Lochan, Agarwal Tripti Polycyclic aromatic hydrocarbons in diet: Concern for public health // Trends in Food Science & Technology. September 2018. Vol. 79. pp. 160–170.

Mezenova O. Ya., Kim I. N., Bredikhin S. A. Production of smoked food products. Moscow : KolosS, 2001. 208 p. (In Russ.).

Chemical composition and biochemical properties of hydrobionts of the coastal zone of the Barents and White Seas / T. K. Lebskaya, Yu. F. Dvinin, L. L. Konstantinova [et al.]. 2nd ed., add. Murmansk : PINRO Publishing House, 1998. 149 p. (In Russ.).

Shushkova O. A., Vasilyeva G. S., Kollert K. V., Shokina Yu. V. Research of the regional market of fish culinary pasty products in order to substantiate the development of innovative technologies and the expansion of the assortment // News of higher educational institutions. The Arctic region. 2018, No. 1, pp. 69–80. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 29.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.
The article was submitted 29.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

М. О. Васильева, М. В. Васильев, Г. Т. Амбросова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), г.Новосибирск, Россия
maiainjener@gmail.com

СИСТЕМА ВОДООТВЕДЕНИЯ РАБОЧЕГО ПОСЕЛКА ЖАТАЙ

Аннотация

Поселок Жатай расположен на левом берегу реки Лены, в 15 км ниже города Якутска занимает площадь 22 км², в поселке проживают 9200 человек. В настоящей статье рассматривается состояние системы водоотведения и очистки стоков п. Жатай. В 2022 г. были введены в работу новые очистные сооружения канализации. Эксплуатация очистных сооружений канализации в течение года, показала, что комплекс не может обеспечить требуемую степень очистки. К сожалению, после детального изучения проектной документации был выявлен целый ряд проектных недоработок, которые также не позволят обеспечить требуемую степень очистки сточных вод. Разработаны и выданы заказчику рекомендации по устранению проектных недоработок.

Ключевые слова:

сточная жидкость, компактная установка, очистка стоков, показатели стоков, вечная мерзлота.

M. O. Vasilyeva, M. V. Vasilyev, G. T. Ambrosova

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin), Novosibirsk, Russia
maiainjener@gmail.com

WATER RESPIRATORY SYSTEM OF ZHATAI WORKING VILLAGE

Abstract

The village of Zhatai is located on the left bank of the Lena River, 15 km below the city of Yakutsk, covering an area of 22 km², where 9,200 people live. This article examines the state of the water drainage and wastewater treatment system in the village of Zhatai. In 2022, new sewage treatment facilities were put into operation. The operation of sewage treatment facilities for a year showed that the complex cannot provide the required degree of purification. Unfortunately, after a detailed study of the design documentation, a number of design flaws were identified, which also would not allow the required degree of wastewater treatment to be achieved. Recommendations for eliminating design deficiencies were developed and issued to the customer.

Key words:

sewage liquid, package unit, wastewater treatment, wastewater indicators, permafrost.

Введение

В ближайшие 10–15 лет, согласно решению Министерства ЖКХ Республики Саха (Якутия), намечается строительство десяти комплексов по очистке сточных вод для улучшения санитарного состояния, исключения загрязнения воздушного бассейна неприятно пахнущими канцерогенными газами (сероводород, аммиак, индол, меркаптан). [СП 32.13330.2018, 2019; Воронов и Яковлев, 2006; Амбросова и др., 2021]

Постановка задачи

В настоящей статье рассматривается состояние системы водоотведения п. Жатай Республики Саха (Якутия). Жатай – посёлок городского типа в Республике Саха (Якутия). Образует городской округ Жатай как единственный населённый пункт в его составе. Расположен на левом берегу реки Лены, в 15 км ниже Якутска, в долине Туймаада. Грунты многолетнемерзлые, глубина сезонного оттаивания грунта составляет 1,5–2 м.

Застройка населенного пункта 2–5-и этажные благоустроенные жилые здания с центральным водоснабжением и канализацией. Часть жилых зданий пользуется выгребными ямами. На сегодня фактическое количество стоков 1500 м³/сут.

В населенном пункте в 2022 г. были введены в работу новые очистные сооружения канализации (ОСК) производительностью 1500 м³/сут (рис. 1). Сюда же завозятся ассенизационными машинами стоки из выгребных ям. Качественная характеристика стоков, поступающих на очистку приведена в табл. 1.



Рис. 1. Очистные сооружения канализации поселка Жатай

Fig.1. Functioning sewage treatment constructions in Zhatay village

Таблица 1. Показатели поступающей сточной жидкости

Table 1. Indicators of the flowing sewage liquors

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Результат измерения
1	Водородный показатель рН	-	7,6-8,4
2	Взвешенные вещества	мг/дм ³	180-599
3	Окисляемость бихроматная (ХПК)	мгО/дм ³	312-664
4	БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	194-484
5	Азот аммония (NH ₄ ⁺)	мг/дм ³	35,0-106,0
6	Фосфат ион	мг/дм ³	1,4-20

Высокие показатели фактических загрязнений сточной жидкости можно объяснить наличием стоков из выгребных ям, на долю которых приходится 100–120 м³/сут. Как известно, стоки выгребных ям являются концентрированными и аммонифицированными.

Очистные сооружения канализации рассчитаны на следующие показатели (табл. 2).

Согласно принятой технологической схеме (рис. 2) сточная жидкость в начале проходит очистку от крупных включений на решетках, а также минеральных частиц в песколовке и подается в резервуар-усреднитель объемом 500 м³, который также выполняет функции денитрификатора. Для поддержания активного ила во взвешенном состоянии в резервуаре-усреднителе предусмотрено две лопастные мешалки. После денитрификатора сточная

жидкость равномерно, в течение суток, подается в зону аэротенка-нитрификатора. Для насыщения сточной жидкости кислородом, а также для поддержания активного ила во взвешенном состоянии в аэротенк- нитрификатор подается воздух от воздуходувки производительностью 1200 м³/ч. Распределение воздуха осуществляется через пористые полиэтиленовые трубы.

Таблица 2. Среднестатистические показатели сточной жидкости п. Жатай

Table 2. Average statistical indicators of waste liquid in Zhatay village

	Показатели сточной жидкости	Проектные	ПДК
1	Взвешенные вещества, мг/дм ³	196	2,0
2	БПК _{пол} , мг/дм ³	186-203	3,0
3	ХПК, мг/дм ³	335	30,0
4	Азот аммония, мг/дм ³	37-41	0,4
5	Фосфат ион, мг/дм ³	11-12	0,2
6	Водородный показатель рН	7,7	6,5÷8,5
7	Температура	25(летом) 12(зимой)	Не более 40

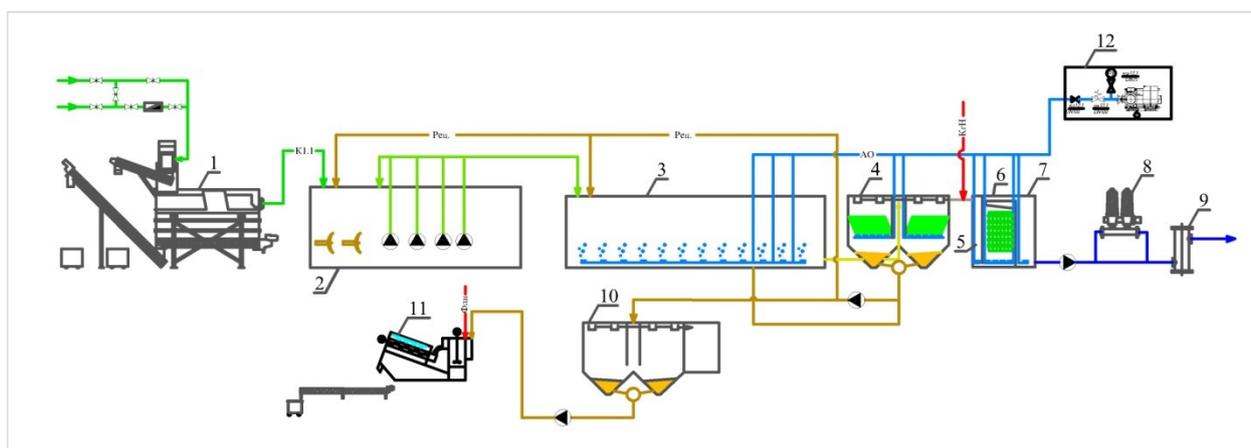


Рис. 2. Технологическая схема очистных сооружений канализации р.п. Жатай

1 – комбинированная установка механической очистки; 2 – усреднитель-денитрификатор; 3 – аэротенк-нитрификатор; 4 – вторичный отстойник с тонкослойными модулями; 5 – биореактор; 6 – дисковый фильтр с автоматической промывкой; 7 – установка УФ обеззараживания сточных вод; 8 – илоуплотнитель; 9 – шнековый дегидратор осадка; 10 – воздуходувка

Fig. 2. Technological scheme of the designed treatment facilities in the village of Zhatay

1 – combined mechanical cleaning installation; 2 – homogenizer-denitrifier; 3 – aeration tank-nitrifier; 4 – secondary settling tank with thin-layer modules; 5 – bioreactor; 6 – disk filter with automatic washing; 7 – installation of UV disinfection of wastewater; 8 – sludge compactor; 9 – screw sludge dehydrator; 10 – blower

Разделение иловой смеси осуществляется во вторичных отстойниках оборудованных тонкослойными модулями. Согласно проекту, часть осевшего во вторичных отстойниках активного ила подается насосом в денитрификатор (резервуар-усреднитель), а часть в аэротенк-нитрификатор. Содержимое вторичных отстойников после регенерации сбрасывается в резервуар-усреднитель, а биологически очищенная сточная жидкость подвергается доочистке в биореакторе. Биореактор представляет собой емкость, состоящую из трех отделений. Первое отделение – смеситель, предназначенный для ввода

реагента, связывающего свободный ион фосфат (PO₄³⁻), в труднорастворимую соль ортофосфорной кислоты. Для интенсификации перемешивания сточной жидкости с реагентом предусмотрена подача воздуха. Второе отделение биореактора оборудовано носителями прикрепленных микроорганизмов в виде блоков. Фактически установлены носители в виде трубчатых блоков. Для осуществления процессов доочистки сточной жидкости предусмотрена система распределения воздуха через дырчатые трубы. Сточная жидкость из биореактора самотеком поступает в емкость очищенных стоков и насосом подается на вторую ступень доочистки, которая представляет собой дисковые фильтры тонкой очистки. Биологически очищенная и доочищенная сточная жидкость обеззараживается на УФО и сбрасывается на водоем.

Результаты работы

Для выявления всех причин неудовлетворительной работы очистных сооружений был выполнен поверочный расчет на фактические показатели сточной жидкости. К основным замечаниям относятся:

- Считаем, что основной причиной неудовлетворительной работы очистных сооружений канализации является значительное превышение фактических показателей загрязнений в сравнении с проектными. Так, например, фактическая концентрация взвешенных веществ превышает в 2,2 раза, БПК_{пол} в 2,6 раза, азот аммония в 2,1 раза, фосфор в 1,8 раза.

- Результаты расчета показали, что для фактических показателей сточной жидкости общий коэффициент циркуляции нитрифицированного активного ила должен составлять примерно 610 %, вместо 200 % по проекту. При этом весь нитрифицированный активный ил должен возвращаться в денитрификатор. По проекту только часть ила из 200 % подается в денитрификатор, а часть в аэротенк-нитрификатор.

- из-за более высоких концентраций БПК_{пол} и азота аммонийного требуемые объемы денитрификатора практически в 2 раза выше проектных. Что касается нитрификатора, то требуемый объем практически на порядок выше проектного объема.

- Анализ проектных решений и данных эксплуатации позволяет предположительно объяснить загниванием активного ила в денитрификаторе. Активный ил, насыщенный пузырьками сероводорода и углекислого газа образующихся в анаэробных условиях и закрепляющихся на частичках активного ила, попадает в зону аэротенка-нитрификатора и интенсивно всплывают на поверхность как за счет собственной плавучести так и благодаря энергии подаваемого воздуха. Возможно, это связано с недостаточной производительностью мешалок или неправильной их установкой в резервуаре усреднителя (денитрификатор).

Заключение

Таким образом, как показал опыт эксплуатации и поверочный расчет очистных сооружений канализации поселка Жатай, основной проблемой на данном объекте является превышение фактических показателей загрязнений над проектными более, чем в 2 раза.

Список источников

СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения : взамен СНиП 2.04.03-85: введ. 2019-06-26. М.: ФГУП Стандартинформ, 2019. 70 с.

Воронов Ю. В., Яковлев С. В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник. М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. 704 с.

Секция «Химико-технологические проблемы»

Проблемы Арктического региона: Тр. XX Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов (Мурманск, 17–18 мая 2023 г.). Мурманск, 2023. С. 107–111.

Problems of the Arctic region: Proceedings of the XX International Scientific Conference for Students and Postgraduates (Murmansk, 17–18 May 2023). Murmansk, 2023. pp. 107–111.

Амбросова Г. Т., Кругликова А. В., Колодезникова А. П., Семенова А. П. Анализ технических решений компактных установок для очистки сточной жидкости // Вода и экология: проблемы и решения. Санкт-Петербург, 2021. с. 3–15.

References

SP 32.13330.2018. Kanalizacija. Naruzhnye seti i sooruzhenija : vzamen SNiP 2.04.03-85: 2019-06-26. Moscow: FGUP Standartinform, 2019. 70 p. (In Russ.).

Voronov Ju. V., Jakovlev S. V. Vodootvedenie i ochildka stochnyh vod : uchebnyk. M.: Izd-vo Associacii stroitel'nyh vuzov, 2006. 704 p. (In Russ.).

Ambrosova G. T., Kruglikova A. V., Kolodeznikova A. P., Semenova A. P. Analiz tehniceskikh reshenij kompaktnyh ustanovok dlja ochildki stochnoj zhidkosti // Voda i jekologija: problemy i reshenija. St.-Peterburg, 2021. pp. 3–15. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 18.09.2023; одобрена после рецензирования 12.10.2023; принята к публикации 17.10.2023.

The article was submitted 18.09.2023; approved after reviewing 12.10.2023; accepted for publication 17.10.2023

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

AUTOR INDEX

Абрашкина А. В.	44
Амбросова Г. Т.	107
Антонов П. В.	85
Баланов П. Е.	64
Басангова Д. Д.	19
Брокарева Е. А.	44
Бугаева С. И.	38
Васильев М. В.	107
Васильева М. О.	107
Воскобойников Г. М.	9
Гладкова В. А.	49
Ефименко Г. А.	64
Иванчук Н. В.	38, 49
Инкола К. В.	64
Калугина Е. В.	32
Кравец П. П.	32
Левшина И. Е. О.	85
Лукина Е. В.	85
Митина Е. Г.	44
Попова А. Д.	26
Рогушин С. В.	53
Савкина К. Н.	78
Симутина Н. Н.	78
Темчура В. О.	26
Харламова М. Н.	19
Шокин Г. О.	98
Шокина Ю. В.	64, 78, 85, 98
Шохалова В. С.	32



ISBN 978-5-91137-510-2



9 785911 375102