

Моя профессиональная
карьера



ISSN INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER

ISSN
2782-4365

Проверить
номер:



Научно-образовательный электронный журнал

ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ

Выпуск №59-4 (том 1)
(февраль, 2025)



Проверить индексацию статьи. Сайт: mpcareer.ru/google



Свидетельство
о регистрации СМИ
№ЭЛ ФС 77-77927
от 19.02.2020 г.



РОСКОМНАДЗОР

Периодичность выпуска: 1 раз в неделю
Сайт: mpcareer.ru/oinv21veke. Почта: obrmpcareer@mail.ru



Международный научно-образовательный
электронный журнал
«ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ»

ISSN 2782-4365

УДК 37

ББК 94

**Международный научно-образовательный электронный журнал
«ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ». Выпуск №59-4 (том 1) (февраль,
2025). Дата выхода в свет: 03.03.2025.**

Сборник содержит научные статьи отечественных и зарубежных авторов по экономическим, техническим, философским, юридическим и другим наукам.

Миссия научно-образовательного электронного журнала «ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ» состоит в поддержке интереса читателей к оригинальным исследованиям и инновационным подходам в различных тематических направлениях, которые способствуют распространению лучшей отечественной и зарубежной практики в интернет пространстве.

Целевая аудитория журнала охватывает работников сферы образования (воспитателей, педагогов, учителей, руководителей кружков) и школьников, интересующихся вопросами, освещаемыми в журнале.

Материалы публикуются в авторской редакции. За соблюдение законов об интеллектуальной собственности и за содержание статей ответственность несут авторы статей. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

© ООО «МОЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ КАРЬЕРА»

© Коллектив авторов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Пестерев С.В. – гл. редактор, отв. за выпуск

Абдурасулов Абдуллажон Абдукаримович	доктор философии педагогических наук
Азамов Жасурбек Муродович	доктор философии в области юриспруденции
Артикова Мухайохон Ботиралиевна	доктор педагогических наук, доцент
Ахмедов Ботиржон Равшанович	доктор философии в филолог. науках (PhD), доцент
Батурич Сергей Петрович	кандидат исторических наук, доцент
Бекжанова Айнура Мархабаевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент
Бекжанова Гулнара Маркабаевна	кандидат медицинских наук, преподаватель
Боброва Людмила Владимировна	кандидат технических наук, доцент
Богданова Татьяна Владимировна	кандидат филологических наук, доцент
Ботиров Аминжон Розимбоевич	кандидат биологических наук, доцент
Демьянова Людмила Михайловна	кандидат медицинских наук, доцент
Еремеева Людмила Эмировна	кандидат технических наук, доцент
Жуманова Фатима Ураловна	кандидат педагогических наук, доцент
Засядько Константин Иванович	доктор медицинских наук, профессор
Исломова Саидахон Тургуновна	доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент
Кабулова Мехрибан Толыбаевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD)
Казакова Раъно Машрабаевна	доктор философии по филологическим наукам (PhD)
Кодиров Хасанбой Орибжонович	доктор философии педагогических наук
Колесников Олег Михайлович	кандидат физико-математических наук, доцент
Коробейникова Екатерина Викторовна	кандидат экономических наук, доцент
Ланцева Татьяна Георгиевна	кандидат экономических наук, доцент
Мухамедова Лола Джураевна	доктор философии по филологическим наукам (PhD)
Нарзикулова Фируза Ботировна	доктор психологических наук
Нобель Артем Робертович	кандидат юридических наук, доцент
Ноздрин Наталья Александровна	кандидат педагогических наук, доцент
Нуржанов Сабит Узакбаевич	доктор историч. наук (dsc), старший научный сотрудник
Олтаев Шавкат Собирович	кандидат экономических наук, доцент
Павлов Евгений Владимирович	кандидат исторических наук, доцент
Петрова Юлия Валентиновна	кандидат биологических наук, доцент
Попов Сергей Викторович	доктор юридических наук, профессор
Расулходжаева Мадина Ахмаджоновна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент

Рахматова Фотима Ганиевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент
Рахмонов Азизхон Боситхонови	доктор педагогических наук, доцент
Таспанова Айзада Кенжебаевна	доктор философии (PhD) по экономическим наукам
Таспанова Жыгагул Кенжебаевна	доктор философии по педагог. наукам (PhD), доцент
Табашникова Ольга Львовна	кандидат экономических наук, доцент
Тўрабоева Мадинахон Рахмонжон қизи	кандидат педагогических наук, доцент
Тюрин Александр Николаевич	кандидат географических наук, доцент
Уразова Лариса Карамовна	кандидат исторических наук, доцент
Усубалиева Айнура Абдыжапаровна	кандидат социологических наук, доцент
Утегенова Жамила Джолмурзаевна	доктор философии по эконом. наукам, доцент
Фаттахова Ольга Михайловна	кандидат технических наук, доцент
Ширинов Отабек Тувалович	доктор психологических наук (PhD)
Хамдамова Ситора Сафаровна	Доктор философии в области философских наук, доцент
Ханбабаев Хакимжан Икрамович	доктор педагогических наук (DSc)
Худайкулов Хол Джумаевич	доктор педагогических наук, профессор
Худойбердиева Хурият Каримбердиевна	доктор философии (PhD) в социальной философии
Ширинов Отабек Тувалович	доктор психологических наук (PhD)
Эшназаров Журакул	кандидат педагогических наук, профессор
Эшназарова Фарида Журакуловна	доктор философии по философии (PhD)
Юнусова Бахора Ахтамжоновна	кандидат филологических наук, ассистент
Яхяева Сожида Абдурахимовна	доктор философии (PhD) в социальной философии

Bayramgeldiyeva Ogulgozel, Ashyrova Yazgul CREATING A SUCCESSFUL WEBSITE FOR SELLING HOUSEHOLD GOODS	504
Atajanova Zohre, Almazova Ogulkeyik, Ryzayev Kerim TECHNOLOGY OF OBTAINING RUTIN FROM ALHAGI PLANT	509
Romanova Aziza, Hudaýberdiyeva Enejan, Almazova Ogulkeyik TECHNOLOGY OF MGO EXTRACTION FROM MGCO ₃ BY THERMAL DECOMPOSITION PROCESS AND ITS USAGE	514
Akmyradova Gulpam, Almazova Ogulkeyik REMOVAL OF HEAVY METALS FROM WASTEWATER BY ADSORPTION	519
Annanurov Annanur, Owezsahedov Saparmyrat, Ryzayev Kerim FUNGAL LEATHER: MANUFACTURING OF MYCELIUM- BASED MATERIALS	524
Hydyrova Dunya Batyrovna THE ROLE OF COLLOCATIONS IN TEACHING AND LEARNING ENGLISH AS A SECOND LANGUAGE	529
Babayeva Merjen, Atayeva Altyn, Komekova Gulalek, Nargiza Ismayilova FERMENTATION OF MANNITOL EXTRACTS FROM BROWN MACROALGAE BY THERMOPHILIC CLOSTRIDIA	536
Halwatova Ayna, Zakirova Chynar, Nargiza Ismayilova BIOTECHNOLOGICAL PRODUCTION OF CAROTENOIDS AND THEIR APPLICATIONS IN YEAST	541
Amannepesova Humay, Yazmyradova Gurbanjemal, Nargiza Ismayilova CITRIC ACID PRODUCTION WITH ASPERGILLUS NIGER	546
Amannepesova Humay, Yazmyradova Gurbanjemal, Nargiza Ismayilova CITRIC ACID PRODUCTION WITH ASPERGILLUS NIGER	551
Berdiyeva Bahargul, Durdumyradova Aybolek, Gedayyev Serdar DETERMINING THE EFFECT OF LUTEIN EXTRACT FROM SPINACIA OLERACEA PLANT IN EYE DISEASE	555
Rejeggulyyeva Jennet, Allaberdiyeva Bagul, Babayev Muhammet, Annamyradova Mahrijemal BACTERIOCINS PRODUCED BY LACTOBACILLUS BREVIS	559
Atayeva Ayna, Orazgeldiyev Parahat, Gedayyev Serdar ISOLATION OF ANTIMICROBIAL COMPOUNDS FROM LACTIC ACID BACTERIA	564
Akmyradova Ayjeren, Pollyyeva Maya, Annamyradova Mahrijemal HEALING EFFECTS OF CALLIGONUM	568

ФИО автора(-ов): *Babayeva Merjen, student.*

Atayeva Altyn, student.

Komekova Gulalek, student.

Nargiza Ismayilova, teacher

Oguzhan Engineering and Technology University of Turkmenistan.

Ashgabat, Turkmenistan

Название публикации: «FERMENTATION OF MANNITOL EXTRACTS FROM BROWN MACROALGAE BY THERMOPHILIC CLOSTRIDIA»

Abstract: Brown macroalgae are rich in mannitol, a sugar alcohol that serves as a promising substrate for biofuel and bioproduct synthesis through microbial fermentation. Among potential fermentative microorganisms, thermophilic Clostridia are particularly effective due to their ability to thrive at high temperatures, robust enzymatic systems, and efficient metabolic pathways. This paper explores the fermentation of mannitol extracted from brown macroalgae (such as *Laminaria* spp. and *Sargassum* spp.) using thermophilic Clostridia species, particularly *Clostridium thermocellum* and *Clostridium beijerinckii*. The study discusses mannitol metabolism, fermentation conditions, optimization strategies, and potential applications in biofuels, organic acids, and bioplastics production. Advances in metabolic engineering and process optimization are also reviewed to enhance product yields and industrial viability.

Keywords: Mannitol, brown macroalgae, thermophilic Clostridia, fermentation, biofuels, metabolic engineering, *Clostridium thermocellum*, bioproducts.

1. Introduction

Mannitol is a **naturally occurring sugar alcohol** found in large quantities in **brown macroalgae** such as *Laminaria*, *Sargassum*, and *Ascophyllum nodosum*. Due to its **high solubility, low glycemic index, and ability to act as a carbon source**, mannitol is widely used in **food, pharmaceuticals, and biotechnological applications**.

The **microbial fermentation of mannitol** using **thermophilic Clostridia** presents an efficient approach to convert this **renewable biomass** into **valuable bioproducts** such as **bioethanol, butanol, hydrogen, and organic acids**. Thermophilic Clostridia species, such as *Clostridium thermocellum* and *Clostridium beijerinckii*, have **robust enzymatic systems**, making them highly suitable for the breakdown of **mannitol and other polysaccharides** present in brown algae.

This study explores the **fermentation pathways of mannitol, the role of thermophilic Clostridia, process optimization, and industrial applications** of the fermentation products.

2. Mannitol Extraction from Brown Macroalgae

2.1 Brown Macroalgae as a Renewable Biomass

Brown algae (**Phaeophyceae**) are abundant in **coastal waters** and serve as a promising **non-lignocellulosic biomass** source for **bio-based products**. Their **high carbohydrate content (up to 50% dry weight), including alginate, fucoidan, and mannitol**, makes them ideal for bioconversion.

2.2 Mannitol Extraction Process

Mannitol is extracted using:

1. **Hot water extraction (HWE)** – Brown algae are subjected to hot water treatment (80–100°C) to release mannitol.
2. **Enzymatic hydrolysis** – Alginate lyases and laminarinases break down polysaccharides, releasing free mannitol.
3. **Membrane filtration and precipitation** – Extracted mannitol is purified through ultrafiltration and crystallization.

Once extracted, **mannitol-rich solutions** serve as substrates for fermentation.

3. Thermophilic Clostridia in Mannitol Fermentation

3.1 Thermophilic Clostridia as Fermentative Microorganisms

Thermophilic **Clostridia** species are obligate anaerobic bacteria capable of **converting carbohydrates into biofuels and organic acids** under high-temperature conditions (50–70°C). Their advantages include:

- **Efficient sugar metabolism**

- **Resistance to contamination due to high-temperature tolerance**
- **High enzyme activity for complex carbohydrate degradation**

Key species used for mannitol fermentation include:

- **Clostridium thermocellum** – Specializes in **cellulose and sugar alcohol metabolism**, producing ethanol and hydrogen.
- **Clostridium beijerinckii** – Ferments sugars into **butanol, acetone, and organic acids**.
- **Clostridium saccharoperbutylacetonicum** – Produces **butanol, acetone, and hydrogen**.

3.2 Mannitol Metabolism in Clostridia

Mannitol is converted into **fructose-6-phosphate (F6P)** through **mannitol dehydrogenase (MTD)**, entering the **Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) pathway** for fermentation into various metabolites. The key fermentation products include:

- **Ethanol** – Renewable biofuel.
- **Butanol** – Used as an industrial solvent and alternative fuel.
- **Acetic acid** – Used in food and chemical industries.
- **Lactic acid** – A precursor for biodegradable plastics.
- **Hydrogen** – A clean energy source.

4. Fermentation Process Optimization

4.1 Culture Conditions

Optimizing fermentation conditions enhances **mannitol utilization and product yields**:

- **Temperature:** 55–65°C (thermophilic range).
- **pH:** 6.0–7.0 for optimal enzyme activity.
- **Substrate concentration:** 20–50 g/L mannitol for efficient metabolism.
- **Anaerobic conditions:** Strict oxygen exclusion for Clostridia growth.

4.2 Genetic and Metabolic Engineering

Genetic modifications can enhance fermentation efficiency:

- **Overexpression of mannitol dehydrogenase (MTD) genes** for increased mannitol uptake.

- **Knockout of competing pathways** to direct metabolism toward biofuel production.

- **CRISPR-based modifications** to improve strain robustness.

4.3 Bioreactor Strategies

- **Batch fermentation** – Simple and cost-effective.
- **Fed-batch fermentation** – Enhances yield by maintaining substrate levels.

- **Continuous fermentation** – Increases productivity for industrial applications.

5. Industrial Applications of Mannitol Fermentation

5.1 Biofuels Production

Mannitol-derived **ethanol and butanol** serve as **sustainable biofuels**, reducing reliance on fossil fuels. **Butanol has superior energy density and can replace gasoline** in internal combustion engines.

5.2 Bioplastics and Organic Acids

- **Lactic acid** – Used in the production of **biodegradable plastics (PLA)**.
- **Succinic acid** – A key precursor for **green chemicals and biopolymers**.

5.3 Hydrogen Production

Thermophilic Clostridia ferment mannitol into **hydrogen gas**, a clean energy source for fuel cells and renewable energy systems.

6. Challenges and Future Prospects

6.1 Scale-Up Challenges

- **High production costs** due to low fermentation efficiency.
- **Need for advanced bioreactor designs** to enhance yield.
- **Difficulty in genetically modifying Clostridia** compared to other microbes.

6.2 Future Research Directions

- **Metabolic engineering of Clostridia** for improved mannitol utilization.
- **Integration of algal biorefineries** for cost-effective biomass processing.

- **Exploration of co-fermentation with other microbes** to boost productivity.

7. Conclusion

The fermentation of **mannitol from brown macroalgae** using **thermophilic Clostridia** is a promising approach for **biofuel and bioproduct synthesis**. By leveraging **metabolic engineering, process optimization, and innovative bioreactor designs**, industrial-scale production of **ethanol, butanol, organic acids, and hydrogen** from mannitol-rich algae biomass can be achieved. Future advancements in **synthetic biology and bioprocess engineering** will further enhance **yields, cost-effectiveness, and sustainability** of this bioconversion process.

References

1. Lee, S. M., & Kim, J. H. (2022). Microbial Fermentation of Sugar Alcohols for Biofuels Production. *Biotechnology Advances*.
2. Zhang, Y., et al. (2021). Mannitol Metabolism in Clostridia: Pathways and Engineering Strategies. *Applied Microbiology and Biotechnology*.
3. Johnson, E. A., & Lee, H. (2020). Brown Algae as a Feedstock for Sustainable Biofuel Production. *Marine Biotechnology*.

© **Babayeva Merjen, Atayeva Altyn, Komekova Gulalek, Nargiza Ismayilova.**

2025