

Литература

1. Батаева Ю.В., Григорян Л.Н. Экологические особенности и адаптационные возможности цианобактерий пустынных экосистем (обзор) // Почвоведение. 2024. № 3. С. 451–469. doi: 10.31857/S0032180X24030069.
2. Дидович С.В., Москаленко С.В., Темралеева А.Д., Хапчаева С.А. Биотехнологический потенциал почвенных цианобактерий (обзор) // Вопр. соврем. альгол. 2017. № 2 (14). С. 1–20.
3. Bataeva Yu.V., Sinetova M.A., Kurashov E.A., Krylova J.V., Kolombet L.V., Grigoryan L.N. Characterization of biological activity and evaluation of exogenous metabolites of cyanobacteria 'Anabaena' sp. IPPAS B-2020 // Microbiology. 2024. V. 93. № 5. P. 537–550. doi: 10.1134/S0026261724604871.

УДК 637.1

DOI: <http://doi.org/10.20914/2304-4691-2025-4-9>

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ШТАММОВ РОДА *LACTOCOCCUS***

**В.А. Семенова**

*ФГАНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности», Москва, Россия*

В условиях глобальных вызовов продовольственной безопасности и необходимости импортозамещения заквасочных культур актуальным направлением является изучение аутохтонных штаммов молочнокислых бактерий. Российские штаммы рода *Lactococcus*, адаптированные к местным сырьевым и технологическим условиям, представляют особый интерес для создания функциональных продуктов с прогнозируемыми свойствами [1]. Род *Lactococcus* объединяет грамположительные, факультативно анаэробные, каталазоотрицательные кокки, имеющие фундаментальное значение в пищевой биотехнологии, особенно в молочной промышленности: сыроделие, производство ферментированных молочных продуктов [2]. Понимание свойств этих микроорганизмов позволяет целенаправленно конструировать закваски для получения продуктов с заданными высокими потребительскими качествами.

Биохимические процессы, запускаемые молочнокислыми микроорганизмами в молочном сырье, приводят к значимым изменениям: образованию сгустка с заданными структурно-реологическими и органолептическими характеристиками, изменению кислотности (рост титруемой, снижение активной), ингибированию контаминирующей микрофлоры и повышению биологической ценности [3]. Данные модификации происходят благодаря образованию метаболитов молочнокислыми бактериями в процессе роста. В результате образуются органические и аминокислоты; идут процессы протеолиза, липолиза, синтез витаминов и кофакторов [4].

Цель данной работы - проведение комплексного анализа штаммов рода *Lactococcus* из коллекции ФГАНУ «ВНИМИ», направленного на создание микробных консорциумов для биотехнологического производства кисломолочных продуктов с прогнозируемыми свойствами. Таким образом, выполнена оценка восстановительной способности 40 штаммов, заложенных на хранение в лиофилизированном виде с 1960-х гг. Установлено, что 39 штаммов сохранили метаболическую активность независимо от длительности хранения. По производственно значимым характеристикам (активность сквашивания, кислотность, органолептические свойства) были отобраны 16 штаммов, которые затем были проанализированы по метаболомному профилю: органическим кислотам, аминокислотам, моно- и дисахаридам. Ключевыми показателями стали способность некоторых штаммов к синтезу серосодержащих аминокислот метионина (7 штаммами) и цистина (3 штаммами), органических кислот, таких как уксусная (11 штаммами), муравьиная (7 штаммами) и янтарная (5 штаммами), а также к катаболизированию лимонной кислоты и лактулозы и продуцированию галактозы.

Полученные данные позволяют целенаправленно конструировать микробные консорциумы для новых продуктов: сыров с улучшенными вкусоароматическими свойствами, творога с контролируемым отделением сыворотки, обогащенных функциональных напитков. Работа закладывает научную основу для разработки отечественных заквасок, снижающих зависимость от иностранных поставщиков и расширяющих линейку кисломолочных продуктов.

Литература

1. Бурков И.А., Рябова А.Е. Перспективы развития рынка молочных заквасок в России // Переработка молока. 2024. № 1 (291). С. 36–38.
2. Facklam R., Elliott J.A. Identification, classification, and clinical relevance of catalase-negative, gram-positive cocci, excluding the streptococci and enterococci // Clin. Microbiol. Rev. 1995. V. 8. № 4. P. 479–495.
3. Горбатова К.К. Биохимия молока и молочных продуктов: учебник для СПО. Москва: Гиорд, 2015. 336 с.
4. Бегунова А.В. Биологически активные метаболиты молочнокислых бактерий // Пищ. пром-сть. 2022. № 6. С. 21–25.

## ПОИСК ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ АНТАГОНИСТОВ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ КОРНЕВЫХ ГНИЛЕЙ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Е.А. Бунеева<sup>1,2</sup>, В.В. Ивченко<sup>1,2</sup>, С.В. Куцов<sup>2</sup>, Д.А. Черенков<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова», Воронеж, Россия

Проблема поражения сахарной свёклы корневыми гнилями распространена в большинстве свеклосеющих стран. Ежегодно в России потери урожая сахарной свеклы от корневых гнилей составляют от 10 до 40 %. Возбудителями болезней в большинстве случаев являются микроскопические грибы родов: *Aspergillus*, *Alternaria*, *Anamorpha*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Gliocladium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*. Поражение сахарной свеклы корневыми гнилями приводит к снижению урожайности, ухудшению технологических характеристик и накоплению вредных веществ. Для борьбы с этим заболеванием сельскохозяйственные предприятия применяют различные агротехнические меры, обработку химическими фунгицидами, используют семена сахарной устойчивых сортов, выбирают оптимальные сроки посевов. На сегодняшний день перспективным направлением является применение биологических фунгицидов, которые являются безопасными для человека, не оказывают негативного влияния на окружающую среду и поддерживают естественную полезную микробиоту почвы. Российский рынок биофунгицидов представлен препаратами, которые часто содержат низкий титр жизнеспособных микроорганизмов, могут быть контаминированы и имеют непродолжительные сроки хранения. Кроме того, коммерческие биопрепараты в большинстве случаев содержат штаммы, которые не адаптированы к условиям региона, где планируется применять данный препарат. В связи с этим целью нашей работы явилось выделение из почвы сельскохозяйственных полей и микробиологическое исследование аборигенных бактериальных микроорганизмов, которые могут быть использованы для разработки нового отечественного биофунгицида.

Для поиска антагонистов возбудителей корневых гнилей сахарной свеклы были исследованы образцы почвы с полей Центрально-Черноземного региона. Выделение микроорганизмов производили следующим образом: в стерильных условиях из пробы почвы, отобранной по ГОСТ 17.4.4.02-2017 отбирали по 1 г почвы и делали из неё вытяжку в 100 мл стерильной воды. Далее готовили серию разведений. Разведения  $10^5$ ,  $10^7$  и  $10^9$  высевали на универсальную питательную среду – мясо-пептонный агар. Чашки Петри с застывшей средой помещали в термостат на  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  на 1-3 суток для роста бактерий. На следующем этапе проводили идентификацию выросших колоний микроорганизмов с помощью описания культуральных признаков, окраски по Граму, микроскопирования и описания морфологических признаков. По результатам микробиологических исследований было определено, что выделенные бактерии относятся к родам *Bacillus* и *Pseudomonas*. Для определения видового состава культур из четырех микроорганизмов была выделена ДНК и проведено секвенирование. В результате мы получили данные о четырех видах выделенных бактерий: *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis* и *Pseudomonas fluorescens*.

Для дальнейшего изучения нами были отобраны два вида бактерий: *Bacillus amyloliquefaciens* и *Bacillus subtilis*. Данные бактерии являются спорообразующими и хорошо адаптированы к условиям ЦЧР, так как были выделены из почв указанного региона. Также они синтезируют вещества, которые подавляют рост и развитие патогенов. По литературным сведениям, консорциум бактерий *B. subtilis* и *B. amyloliquefaciens* повышает эффективность защиты растений от патогенов за счет синергического действия путем усиления секреции антимикробных веществ.

Таким образом, нами были выделены и отобраны два аборигенных штамма, относящихся к роду *Bacillus*. В дальнейшем планируется изучить антагонистическую активность выделенных микроорганизмов против возбудителей корневых гнилей, а также разработать прототип биофунгицида и провести его полевые испытания.