

УДК 663.18:579.017.8

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЕЙ ЛИТИЯ НА ЗАКВАСОЧНЫЕ И ДРОЖЖЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ

Д.С. Пухнярская, А.П. Чернова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Томск, Россия

Email: dariapuh_99@mail.ru, 2004@mail.ru

В статье рассмотрено практическое применение солей лития в медицине, биотехнологии и микробиологии. Приведена актуальность представленной темы работы. В практической части работы представлены результаты изучения влияния органических солей лития в диапазоне концентраций от 0,64 до 21,28 ммоль/л на жизнеспособность, биохимические показатели и продуктивность заквасочных и дрожжевых культур, таких как бактерии *Lactococcus lactis* и хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Также приведены результаты по токсичности выбранных органических солей лития на заквасочные и дрожжевые культуры. В ходе исследований выявлено, что пируват и сукцинат лития не обладают токсичностью на бактерии *Lactococcus lactis* и хлебопекарные дрожжи. В результате изучения влияния органических солей было установлено, что пируват, сукцинат и аскорбат лития положительно влияют на жизнеспособность, биохимические процессы и продуктивность выбранных дрожжевых и заквасочных культур.

Ключевые слова: биотехнология, литий, органические соли, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactococcus lactis*.

Литий, а также его соли используются в различных областях [2]: в производстве литий-ионных аккумуляторных батарей, керамической промышленности, ядерной энергетике и медицине. Ключевой областью применения солей лития в медицине является психиатрия, в основном, их используют при лечении биполярных, маниакально-депрессивных расстройств [6], а также в качестве стабилизатора настроения [4]. При этом, исследований по изучению влияния солей лития на микроорганизмы ограничено представлено в литературе. Еще в начале XX века были проведены первые работы по изучению влияния хлорида лития на бактерии *Escherichia coli*, однако впоследствии исследования в данной области были прекращены. На данный момент времени известно, что соли лития могут оказывать в зависимости от субстратов и концентрации стимулирующее [5] и ингибирующее [8] действия на бактериальные культуры. Однако, уже в XXI веке появляются работы по изучению фунгицирующего действия неорганических солей лития к дрожжевым культурам [10, 9]. Поэтому исследования в данной области являются актуальными и перспективными для сельскохозяйственных и пищевых отраслей.

Одной из важных областей сельского хозяйства является разработка многокомпонентных кормовых добавок для животных с целью увеличения их прироста и/или уменьшения стрессовой нагрузки в процессе транспортировки. В их состав входят витамины, биологически активные вещества, пробиотики, дрожжи и др. На настоящий момент есть незначительные исследования о применении неорганических солей лития в животноводстве в качестве адаптогенных средств для снижения уровня стресса [1, 7]. Поэтому разработка кормовых добавок в сочетании с органическими солями лития, обладающими антиоксидантными и иммуностропными свойствами, является актуальной и необходимой задачей биотехнологической отрасли.

Целью данной работы является изучение влияния солей лития на заквасочные и дрожжевые культуры.

Для изучения были использованы штамм В-13177 бактерий *Lactococcus lactis* и хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. В качестве солей были выбраны пируват, сукцинат и аскорбат лития в концентрациях, ммоль/л: 0,64; 1,28; 12,77; 21,28. Изучение влияния солей лития на заквасочные и дрожжевые культуры состояло из исследования токсичности органических солей, жизнеспособности, биохимических показателей микроорганизмов и выхода целевого продукта лактобактерий.

На первом этапе была исследована токсичность выбранных солей лития. Для этого предварительно подготавливали плотные питательные среды, а также суспензии дрожжей и лактобактерий, которые культивировали в течение 24 ч при температуре 37 °С в термостате WiseCube. Для бактерий *Lactococcus lactis* использовали среду Мана-Рогоза-Шарпа (МРС) с агаром, для хлебопекарных дрожжей – мясопептонный агар с сахарозой. Культивирование для изучения токсичности проводили в термостате WiseCube в течение 24 ч при температуре 37 °С для выбранных культур. Учет полученных результатов контролировали по измерению диаметра или высоты зон подавления роста в зависимости от вида микроорганизма.

На втором этапе изучали влияние органических солей лития на жизнеспособность микроорганизмов. В качестве питательных сред были использованы жидкие питательные среды: МРС – для лактобактерий, физиологический и 5 % углеводный растворы – для хлебопекарных дрожжей. Культивирование проводили в термостате WiseCube при температуре 37 °С. Жизнеспособность *Lactococcus lactis* определяли по изменению мутности бактериальной суспензии в процессе культивирования методом турбидиметрии при длине волны 540 нм и толщине поглощающего слоя 1 см на УФ-спектрофотометре Carry 600. Параллельно жизнеспособность определяли методом серийных разведений в плотной питательной среде МРС с солями лития через 24 ч. Жизнеспособность хлебопекарных дрожжей исследовали методом микроскопирования с помощью 4-х сетчатой камеры Горяева на микроскопе Carl Zeiss Primo Star (Германия). Контролем для изучения влияния выбранных солей была проба с питательной средой без добавления соединений лития.

На третьем этапе исследовали влияние органических солей лития на биохимические показатели хлебопекарных дрожжей и бактерий *Lactococcus lactis*. Изучение биохимических процессов *Saccharomyces cerevisiae* осуществляли визуально по изменению окраски культуральной жидкости и значения водородного показателя в водной среде и физиологическом растворе с добавлением субстратов в присутствии выбранных солей. В качестве субстратов были использованы глюкоза, сахароза и мальтоза. Дополнительно определяли ферментативную активность хронокондуктометрическим методом с использованием анализатора суммарной ферментативной активности биокатализаторов [3]. Для бактерий *Lactococcus lactis* определяли липолитическую активность методом титриметрии по методике Ота-Ямада и протеолитическую активность методом спектрофотометрии. Контролем при изучении липолитической активности служила проба с липазой с активностью не менее 3600 FIP U/г, при определении протеолитической активности - проба с протеазой с активностью не менее 25000 HUT/г, которые добавляли в питательные среды без культуры.

На четвертом этапе изучали влияние выбранных солей лития на выход целевого продукта лактобактерий. Предварительно готовили суспензию культуры *Lactococcus lactis* и жидкую питательную среду МРС. Культивирование проводили в термостате WiseCube в течение 12 ч при температуре 37 °С и скорости 80 об/мин. Определение молочной кислоты, синтезированной лактобактериями, в присутствии органических солей лития проводили методом титриметрии.

Выявлено, что пируват, сукцинат и аскорбат лития не обладают токсичностью в концентрациях от 0,64 до 21,28 ммоль/л на хлебопекарные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*. Обнаружено, что пируват и сукцинат лития в представленных концентрациях не являются токсичными на бактерии *Lactococcus lactis*. Установлено, что с увеличением концентрации выбранных органических солей лития в водной среде с углеводами, такими как, сахароза, глюкоза и мальтоза, возрастает жизнеспособность хлебопекарных дрожжей. Выявлено, что с

понижением концентрации выбранных органических солей увеличивается жизнеспособность лактобактерий. Установлено, что с повышением концентрации пирувата, сукцината и аскорбата лития в физиологическом растворе с глюкозой и мальтозой возрастает значение водородного показателя среды. Обнаружено, что суммарная ферментативная активность *Saccharomyces cerevisiae* возрастает с увеличением концентрации сукцината, пирувата и аскорбата лития в водной среде с субстратами. Выявлено, что пируват и сукцинат лития стимулируют липолитическую активность бактерий *Lactococcus lactis*. Установлено, что добавление выбранных органических солей лития увеличивает выход молочной кислоты. Таким образом, обнаружено, что пируват, сукцинат и аскорбат лития положительно влияют на жизнеспособность, биохимические процессы и продуктивность выбранных дрожжевых и заквасочных культур.

Библиографический список

1. Монастырёв А.М., Фомин А.В. Повышение мясной продуктивности скота герефордской породы при использовании солей лития // Аграрный вестник Урала. 2011. Т. 82, № 3. – С. 51-52.
2. Остроушко Ю.И. Литий, его химия и технология / Ю.И. Остроушко, П.И. Бучихин, В.В. Алексеева. М.: Химия, 2012. 198 с.
3. Чернова А.П., Батжаргал Х. Метод оценки ферментативной активности хлебопекарных дрожжей // Пищевая промышленность. 2019. № 8. С. 84-88.
4. Birch N.J. Lithium and the Cell: Pharmacology and Biochemistry. Academic Press: London, 1991. 351 p.
5. Chernova A., Pukhniarskaia D., Biryukov M., Plotnikov E. Influence of lithium salt on *Escherichia coli* growth and viability // Industrial Biotechnology. 2022. Vol. 18, № 1. P. 32-37.
6. Davis J.M., Fann W.E. Lithium // Annu Rev. Pharmacol. 1971. Vol. 11. P. 285-302.
7. De Souza Lopes L., da Silva J.S., da Luz J.M.R., et al. Intestinal microbial diversity of swines fed with different sources of lithium // 3 Biotech. 2024. Vol. 14, № 4. P. 102.
8. Li H.R., Liu W.M., Cheng S.J., Jiang Y. Effect of lithium on growth process of environmental microorganism by microcalorimetry and SEM // Advanced Materials Research. 2014. Vols. 955-959. P. 445-449.
9. Reith P., Braam S., Welkenhuysen N. The effect of lithium on the budding yeast *Saccharomyces cerevisiae* upon stress adaptation // Microorganisms. 2022. Vol. 10, № 3. P. 590.
10. Zimkus A., Misiūnas A., Chaustova L. Li⁺ effect on the cell wall of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as probed by FT-IR Spectroscopy // Cent. Eur. J. Biol. 2013. Vol. 8. P. 724-729.