

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ДРОЖЖЕЙ РОДА *SACCHAROMYCES* НА ИХ АВТОЛИТИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ И ВЫХОД БЕЛКА В ДРОЖЖЕВОМ ЭКСТРАКТЕ

Дмитриева Ю. В.<sup>1</sup>, Сунгатуллина А. Ф.<sup>1</sup>, Наумкин В. А.<sup>2</sup>

Научный руководитель – доцент, Маньшин Д. В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Университет ИТМО

<sup>2</sup>ООО «Парадокс Брювери»

### Введение

Переход от ресурсоёмкого животноводства к более устойчивым альтернативным источникам белка представляет большой интерес в связи с увеличивающимся спросом на данный макронутриент, возникающим вследствие стремительного роста численности населения планеты [1]. Традиционное производство белка животного происхождения обеспечивает около 60% мировых выбросов парниковых газов, связанных с пищевыми системами, поэтому изменение данного подхода приведёт к повышению экологической устойчивости [2]. Наиболее подходящими под данную задачу альтернативами являются растительные и микробные белки, при этом особый интерес представляют последние, в частности, дрожжевой белок, поскольку, согласно проведённым исследованиям, он обеспечивает высокую производственную эффективность и обладает более полным питательным профилем в сравнении с растительными вариантами [3-5]. С коммерческой точки зрения дрожжевой белок также перспективен: по данным из литературы культуры дрожжей способны вырабатывать около 250 тонн белка за сутки с долей затрат на субстрат 45–75% [6]. На химический состав дрожжевого экстракта и выход белка, в первую очередь, оказывают влияние выбранные штаммы микроорганизмов, условия культивирования и качество субстрата. В связи с этим, целью данной работы являлось исследование влияния времени культивирования дрожжей рода *Saccharomyces* на автолитическую активность и выход белка в дрожжевом экстракте.

### Основная часть

Объектами исследования в данной работе являлись различные штаммы дрожжей рода *Saccharomyces*: штамм 34/70 (коллекция Hefebank Weihenstephan, Россия), относящийся к виду *Saccharomyces pastorianus*, и штаммы W-68 (коллекция Hefebank Weihenstephan, Россия), Л1 (коллекция ФГАНУ НИИХП, Россия), BeerGene KV-03 (коллекция BeerGenomics, Россия), TY48 (коллекция Pathfinder, Великобритания), относящиеся к виду *Saccharomyces cerevisiae*.

Первым этапом работы являлось проведение сравнения исследуемых штаммов в отношении их автолитической активности и выхода белка в дрожжевом экстракте для отбора культур, у которых процесс автолиза протекает с максимальной эффективностью. Для этого было проведено простое периодическое культивирование: в качестве среды был использован 8% солодовый экстракт, величина засева составила 1 млн/мл, а сам процесс осуществлялся с применением шейкера-инкубатора в течение 24 часов при температуре 30°C и постоянным перемешиванием со скоростью 100 об/мин. Полученную биомассу суспендировали в дистиллированной воде до содержания сухих веществ 10%, после чего проводили автолиз при установленных параметрах: температуре 55°C, pH 5,0 и продолжительностью 24 часа [7]. Далее при помощи расчёта коэффициента автолиза и проведения анализа автолизата на содержание водорастворимого белка по методу Лоури было проведено сравнение пяти штаммов и выбраны два, которым соответствовали наилучшие результаты – ими оказались 34/70 и KV-03.

На втором этапе работы проводилось исследование влияния стадии роста культуры на её автолитическую активность и выход белка в дрожжевом экстракте, для чего было осуществлено культивирование двух выбранных на предыдущей стадии исследования штаммов – *Saccharomyces pastorianus* 34/70 и *Saccharomyces cerevisiae* KW-03 – в течение 48 часов при температуре 30°C с величиной засева 1 млн/мл. По результатам данного процесса были построены кривые роста культур, а также рассчитан коэффициент автолиза и определено содержание водорастворимого белка в автолизате для проб, отобранных на 6, 12, 18, 24, 36 и 48 часы культивирования. Было получено, что наибольший выход белка соответствует штамму *Saccharomyces cerevisiae* KW-03 на 18 час культивирования и составляет 14,8 г/100 г. При этом у штамма *Saccharomyces pastorianus* 34/70 максимальный выход белка был получен для автолизатов, соответствующих пробам, отобранным на 24 и 48 час, и составил 13,9 г/100 г.

### Выводы

В результате проведённого исследования было выявлено, что автолитическая активность дрожжей и выход белка в дрожжевом экстракте зависят не только от исследуемого штамма, но и от времени их культивирования. Так, для получения наибольшего количества дрожжевого белка микроорганизмы необходимо культивировать в течение 18 часов в случае штамма *Saccharomyces cerevisiae* KW-03 и 24 часа в случае штамма *Saccharomyces pastorianus* 34/70, что соответствует времени выхода культуры в стационарную стадию роста в каждом случае, для достижения наибольшей эффективности процесса автолиза и максимального содержания водорастворимого белка в полученном экстракте.

### Литература

1. Lumsden C. L. et al. Critical overview of the implications of a global protein transition in the face of climate change: Key unknowns and research imperatives // *One Earth*. 2024. Vol. 7, no. 7. P. 1187–1201. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.06.013>
2. Tubiello F. N. et al. Greenhouse gas emissions from food systems: building the evidence base // *Environmental Research Letters*. 2021. Vol. 16, no. 6. P. 065007. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac018e>
3. Dalbanjan N. P., Eelager M. P., Narasagoudr S. S. Microbial protein sources: A comprehensive review on the potential usage of fungi and cyanobacteria in sustainable food systems // *Food and Humanity*. 2024. Vol. 3. P. 100366. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100366>
4. Malila Y. et al. Current challenges of alternative proteins as future foods // *Science of Food*. 2024. Vol. 8, no. 1. P. 53. <https://doi.org/10.1038/s41538-024-00291-w>
5. Timira V. et al. Potential use of yeast protein in terms of biorefinery, functionality, and sustainability in food industry // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2024. Vol. 23, no. 3. P. e13326. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13326>
6. Santo R. E. et al. Considering plant-based meat substitutes and cell-based meats: a public health and food systems perspective // *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020. Vol. 4. P. 569383. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00134>
7. Kuntsova M. et al. Obtaining yeast mannoproteins with antimicrobial properties // *Functional Foods in Health and Disease-Online*. 2023. Vol. 13, no. 9. P. 437-447. <https://doi.org/10.31989/ffhd.v13i9.1179>