

**ФЕРМЕНТАЦИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР СТАРТЕРНЫМИ И ПРОБИОТИЧЕСКИМИ ШТАММАМИ МОЛОЧНОКИСЛЫХ БАКТЕРИЙ****К.В. Моисеенко<sup>1</sup>, Е.О. Ландесман<sup>1</sup>, И.В. Рожкова<sup>2</sup>, Т.В. Федорова<sup>1</sup>***Институт биохимии им. А.Н. Баха, Федеральный исследовательский центр “Фундаментальные основы биотехнологии”  
Российской академии наук, Москва, 119071, Россия**Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности, Москва, 115093, Россия*

В настоящее время продукты питания, основанные на ферментации различных зерновых культур, являются одним из перспективных и востребованных направлений пищевой биотехнологии. Хотя зерновые продукты являются хорошими источниками углеводов, белков, минералов, клетчатки и витаминов, в целом они уступают продуктам животного происхождения (в том числе и молочными продуктами) по содержанию аминокислот и белков. Ферментация зерновых культур может не только способствовать их обогащению аминокислотами и белками, но и придавать им так называемые «функциональные свойства», то есть дополнительную к традиционной пищевой ценности способность положительно влиять на физиологию человека при систематическом употреблении. В качестве растительных матриц продукты из ферментированных злаков подходят для людей с непереносимостью лактозы, аллергией на казеин и людей, придерживающихся диеты с низким содержанием жиров. Также ферментированные зерновые продукты рассматриваются как новые средства доставки пробиотических микроорганизмов, адекватное количество которых в кишечнике способствует укреплению иммунитета, снижению пищевой аллергии и подавлению развития патогенной микрофлоры.

В настоящей работе была проведена ферментация зерновых культур риса и овса 15 стартерными и пробиотическими штаммами молочнокислых бактерий (МКБ): двумя штаммами *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Lb100 и Lb200), пятью штаммами *Lactobacillus helveticus* (2bb, 5bb, 14bb, АКВ и НК1), тремя штаммами *Lacticaseibacillus paracasei* (KF1, МА2 и МА3), двумя штаммами *Streptococcus thermophilus* (159 и 16t) и четырьмя штаммами *Lactococcus lactis* (AM1, МА1, dIA). Для ферментации брали как 3 % раствор рисовой и овсяной муки, так и растительное молоко приготовленное на основе рисового и овсяного компонентов. Параметрами, измеряемыми в полученных продуктах ферментации, являлись: концентрация жизнеспособных клеток МКБ, pH, степень протеолиза и антиоксидантная активность. Также для полученных продуктов проводилась органолептическая оценка и масс-спектрометрический анализ летучих органических соединений (ЛОС).

Было установлено, что все исследованные штаммы способны ферментировать как муку, так и растительное молоко обеих зерновых культур. В процессе ферментации концентрация жизнеспособных клеток МКБ увеличивалась на 1–2 порядка, достигая максимального значения в  $10^6$ – $10^7$  КОЕ/мл за 12–24 ч. Для всех ферментаций максимальное снижение pH до 4,0–4,5 наблюдалось через 24 ч. Как для рисовой, так и для овсяной основ наибольшей антиоксидантной активностью обладали продукты, ферментированные штаммами *L. helveticus* – в продуктах на основе риса антиоксидантная активность увеличивалась с 55–70  $\mu\text{M(TE)}$  до 150–200  $\mu\text{M(TE)}$ , а в продуктах на основе овса – с 215–315  $\mu\text{M(TE)}$  до 400–500  $\mu\text{M(TE)}$ . Стоит отметить, что наибольшей степенью протеолиза также наблюдалась для продуктов, ферментированные штаммами *L. Helveticus* – в продуктах на основе риса степень протеолиза увеличивалась с  $\sim 0,7$  mM(L-Leu) до  $\sim 1,4$  mM(L-Leu), а в продуктах на основе овса – с  $\sim 0,9$  mM(L-Leu) до  $\sim 1,6$  mM(L-Leu). Наивысшую органолептическую оценку получили продукты, ферментированные штаммами *S. thermophilus* и *L. lactis*, обладавшие характерным свежим фруктовым ароматом, что объяснялось наличием в их профиле ЛОС алифатических ациклических кетонов.

Сопоставление полученных данных с особенностями геномов каждого штамма позволит в дальнейшем выявить генетические детерминанты для направленного отбора наиболее перспективных с точки зрения ферментации зерновых штаммов ЛАБ и композиций на их основе.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда, грант 22–16–00108.*