

Разработка закваски со спорообразующим пробиотическим микроорганизмом *Bacillus coagulans* для производства биосметаны и биотворога
Санников М. В. (ИТМО), Смирнов И. С. (ИТМО)
Научный руководитель – аспирант Лаврентьев Ф. В. (ИТМО)

Введение. Пробиотические бактерии оказывают благоприятное воздействие на организм человека. При употреблении кисломолочного продукта с *Bacillus coagulans* в составе в пищу, во много раз возрастает вероятность попадания микробных клеток в кишечник, в сравнении с аналоговыми пробиотическими бактериями в сочетании с высокой пробиотической эффективностью данного микроорганизма. В свою очередь доказанна высокая эффективность пробиотика *Bacillus coagulans* в предотвращении возникновения ротавирусной диареи и уменьшения ее длительности, как средство уменьшения проявлений синдрома раздраженного кишечника (IBS), выявлено стойкое уменьшение индекса болезни Крона и частоты стула и т. д. А разработанная закваска на основе *Bacillus coagulans* позволит производить данные кисломолочные продукты, как в промышленных объемах, так и на небольших (фермерских) производствах.

Основная часть. Первоначально были определены комбинации штаммов для приготовления биосметаны и биотворога: комбинации штаммов подбирались в двух глобальных группах: с добавлением различных штаммов *Streptococcus thermophilus* и без последних. Всего было разработано 10 комбинаций для сметаны и творога (из них 6 с добавлением различных *Streptococcus thermophilus*, 4 – без). Продукты изготавливались путём приготовления маточных заквасок (на основе 0.5% ультрапастеризованного молока) путём термостатирования при необходимых для каждого штамма условиях (37°C или 45°C), в дальнейшем изготавливались кисломолочные продукты.

При исследовании взаимодействия внутри консорциумов мезофильных и термофильных бактерий для разработки закваски для сметаны стоит отметить следующие образцы, которые получили наивысший балл, по органолептической оценке:

- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Streptococcus thermophilus* 9 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 123 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335;
- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Streptococcus thermophilus* 1-5 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 123 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335;
- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Streptococcus thermophilus* 9 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 4 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 324;
- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Streptococcus thermophilus* 1-5 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 4 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 324;
- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 123 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 324;
- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* 4 + *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* 335.

Наличие в закваске термофильных бактерий (например *Streptococcus thermophilus*) позволяет получать сметану ускоренным способом. Но самая важная роль его в том, что после перемешивания и механического воздействия, сметана часто становится более жидкой и при хранении выделяет сыворотку, а внесение *Streptococcus thermophilus* позволяет добиться формирования густой консистенции сметаны и придать сгустку тиксотропность — возможность восстанавливать исходные реологические характеристики.

В свою очередь, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* образует в сливках сгусток однородной структуры, хорошо удерживающий сыворотку, формирует нежную, плотную консистенцию сметанного крема, а *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* уменьшает отделение

сыворожки, предупреждая образование синерезиса в продукте при длительном хранении и транспортировке. Наивысший балл по органолептическим качествам получил образец, в консорциуме микроорганизмов которого присутствовали: *Bacillus coagulans* МТСС 5856, *Lactococcus lactis subsp. lactis* 335, *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 4 и для мезо-термофильной закваски дополнительно *Streptococcus thermophilus* 9.

В дальнейшем, отобранные консорциумы микроорганизмов исследовались на предмет скорости кислотонакопления и коагуляции белков молока при температуре $30\pm 2^\circ\text{C}$. Максимально быстро сквашивание происходило в образцах с *Streptococcus thermophilus* 9 и 1-5, а кислотность начала активности расти после часа ферментации. Образец, который получил наивысший балл, по органолептической оценке, (*Bacillus coagulans* + *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 4 + *Lactococcus lactis subsp. lactis* 335) в данном консорциуме быстро накапливал кислотность без помощи термофильных бактерий. Традиционно, сметана производится на заквасках без термофильных бактерий, однако их наличие позволяет производить не только сметану, но и творог и в некоторых случаях сыр. При исследовании консорциумов микроорганизмов для производства творога стоит выделить сочетания те, что были наиболее предпочтительны для производства сметаны:

- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Streptococcus thermophilus* 9 + *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 123 + *Lactococcus lactis subsp. lactis* 335;
- *Bacillus coagulans* МТСС 5856 + *Lactococcus lactis subsp. cremoris* 4 + *Lactococcus lactis subsp. lactis* 335.

Данные консорциумы получили наивысший балл органолептической оценки и характеристики кислотонакопления, которые бы соответствовали потребностям производства.

Выводы. В ходе проведенного исследования были определены оптимальные комбинации штаммов для производства закваски со спорообразующим пробиотическим микроорганизмом *Bacillus coagulans* для производства биосметаны и биотворога.

Список использованных источников:

1. Lavrentev, F. V., Ashikhmina, M. S., Ulasevich, S. A., Morozova, O. V., Orlova, O. Y., Skorb, E. V., & Iakovchenko, N. V. (2021). Perspectives of *Bacillus coagulans* МТСС 5856 in the production of fermented dairy products. LWT, 148, 111623.
2. Majeed, M., Nagabhushanam, K., Natarajan, S. et al. *Bacillus coagulans* МТСС 5856 supplementation in the management of diarrhea predominant Irritable Bowel Syndrome: a double blind randomized placebo controlled pilot clinical study. Nutr J 15, 21 (2015).
3. Shinde, T., Vemuri, R., Shastri, M., Perera, A., Tristram, S., Stanley, R., & Eri, R. (2019). Probiotic *Bacillus coagulans* МТСС 5856 spores exhibit excellent in-vitro functional efficacy in simulated gastric survival, mucosal adhesion and immunomodulation. Journal of Functional Foods, 52, 100–108.