

## ЛИПОПЕПТИДЫ *BACILLUS SUBTILIS* GM5: ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ НАКОПЛЕНИЯ, ВЫДЕЛЕНИЕ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ

**A. M. Абубакирова, М. Т. Лутфуллин, Г. Ф. Лутфуллина**

Казанский (Приволжский) федеральный университет, 420008, Казань, ул. Кремлевская, 18;  
*abubakirovaadelia@gmail.com*

Представители рода *Bacillus* являются наиболее подходящими кандидатами для синтеза биоактивных метаболитов среди бактерий, поскольку они разработали многочисленные биосинтетические пути и новые механизмы для синтеза вторичных метаболитов. Идентификация биоактивных молекул, выделенных из микроорганизмов, охватывает множество этапов, таких как выделение, определение их структуры и установление метаболического пути, ответственного за продукцию вторичных метаболитов. Известно, что бактерии рода *Bacillus* синтезируют изокумарины, липопептиды, поликетиды, аминогликозиды, аминополиолы, фосфолипиды, фосфонолигопептиды и терпеноиды, которые обладают широким спектром антимикробных свойств. Вторичные метаболиты, производимые различными видами *Bacillus*, перспективны для применения в медицине, биотехнологии и сельском хозяйстве.

Оптимальными условиями для роста и накопления липопептидов с поверхностно-активными свойствами штамма *Bacillus subtilis* GM5 являются температура при 37°C, pH в диапазоне от 6.0 до 8.0 и максимальная интенсивность аэрации (200 об/мин) на среде soybean medium nutrition (SMN). Поверхностно-активные метаболиты в супернатанте штамма GM5 увеличивали растекаемость капель, индекс эмульгирования и диаметр вытеснения нефти. Выделение липопептидов из культуральной жидкости *B. subtilis* GM5 проводили методом кислотного осаждения. Выход суммарной фракции липопептидов из супернатанта *B. subtilis* GM5 на среде SMN составил 192 мг/л. Фракцию липопептидов анализировали на масс-спектрометре с тройным квадруполем QTRAP 6500 (Sciex, Сингапур), комбинированным с жидкостным хроматографом Infinity 1290 (Agilent, США). Согласно результатам масс-спектрометрического анализа на приборе QTRAP6500 в суммарной фракции липопептидов идентифицировали сурфактин, линейный сурфактин и сурфактин/эсперин.

Антимикробную активность выделенной фракции липопептидов исследовали методом лунок. Суммарная фракция липопептидов, полученная из супернатанта *B. subtilis* GM5, выращенного на среде SMN, ингибировала рост бактерий *Micrococcus luteus* на 78.6±1.5%, *Bacillus cereus* на 83.3±2.1%, микромицетов *Fusarium oxysporum* DR44 на 33.3±0.8%, *Fusarium sp.* 2 на 35±0.6%. Влияние суммарной фракции липопептидов штамма GM5 на микромицеты рода *Fusarium* сопровождалось появлением морфологических изменений мицелия грибов, аномально проросших спор и образованием клеток типа хламидоспор.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00272,  
<https://rscf.ru/project/24-26-00272/>.*