

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАПСУЛИРОВАНИЯ ПРОБИОТИКОВ В АЛЬГИНАТЕ ДЛЯ ИХ ЗАЩИТЫ И ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ

М.Ю. Белозерова, М. А. Кашолкина, О. С. Соколова, О.В. Зверева, О.С. Корнеева

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия

Актуальность исследования технологии капсулирования пробиотиков в альгинате обусловлена растущими требованиями к эффективности и стабильности пробиотических препаратов на фоне их расширяющегося применения в функциональном питании, фармацевтике и ветеринарии. Нинкапсулированные пробиотические микроорганизмы демонстрируют крайне низкую выживаемость при пассаже через агрессивную среду желудочно-кишечного тракта, характеризующуюся низким рН и действием желчных солей, что нивелирует их потенциальную терапевтическую пользу. Кроме того, их чувствительность к технологическим стрессам при переработке и хранении (температура, механическое воздействие, кислород) приводит к значительной потере жизнеспособности и, как следствие, к снижению биологической активности конечного продукта. В связи с этим разработка эффективных методов защиты пробиотиков представляется критически важной задачей для обеспечения их целевой доставки в кишечник в физиологически активной форме.

В данном контексте использование альгината в качестве материала для капсулирования является высокоперспективным направлением благодаря его уникальным свойствам. Этот природный полисахарид обладает исключительной биосовместимостью, нетоксичностью и способностью к образованию гелевых матриц в мягких условиях (ионотропная гелефикация ионами кальция), что щадит чувствительные клетки пробиотиков. Формируемая альгинатная капсула выступает в качестве селективного барьера, эффективно защищающего иммобилизованные микроорганизмы от ингибирующих факторов, обеспечивая их высвобождение в целевом отделе кишечника [1,2].

Продуцентами альгината являются бактерии *Azotobacter chroococcum*. Инкапсуляцию проводят эмульсионным методом в альгинате натрия и хитозане. Объектами исследования выступали пробиотические культуры молочнокислых бактерий – *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus johnsonii*.

В готовых инкапсулированных культурах проверяли жизнеспособность клеток после прохождения моделируемых условий ЖКТ. Для модуляции прохождения агрессивной желудочной среды использовали 0,01 М раствор соляной кислоты с пепсином, а для имитации среды кишечника использовали фосфатный буфер рН 7,2.

В ходе экспериментальных данных было установлено, что 99% клеток микроорганизмов, не заключенные в альгинат, через два часа нахождения в желудочном соке погибают. Концентрация бактериальных клеток *Lactobacillus salivarius* и *Lactobacillus johnsonii*, которые были инкапсулированы в альгинат натрия и защищены вторым слоем хитозана, после прохождения желудка составила $1,7 \cdot 10^7$ и $2,5 \cdot 10^5$ соответственно, что относительно контроля меньше в 100 раз.

Таким образом, было установлено, что инкапсуляция позволяет защитить бактерии от неблагоприятных условий окружающей среды, таких как кислотность желудочного сока, желчные соли или окислительные процессы, чтобы обеспечить их прохождение через пищеварительный тракт и активное действие в кишечнике.

Данная технология находит широкое применение в производстве функциональных продуктов питания, напитков, биологических добавок и лекарственных средств, способствуя более эффективной реализации пробиотических эффектов и является перспективным направлением сегодня.

Литература

1. Шутова В.В., Русяева А.Б. Получение и оценка молекулярных свойств альгината, синтезированного при культивировании *Azotobacter vinelandii* д-05 // Изв. Сарат. ун-та Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2018. № 4. С. 455–462.
2. Urtuvia V., Maturana N., Acevedo F., Peña C., Díaz-Barrera A. Bacterial alginate production: an overview of its biosynthesis and potential industrial production // World J Microbiol Biotechnol. 2017. V. 33. № 11. P. 198. doi: 10.1007/s11274-017-2363-x