

Нейросетевое моделирование изменения концентрации молочной кислоты в ходе непрерывной ферментации бифидобактерий

© Макляев¹ Илья Васильевич, Нохаева² Вера Станиславовна,
Леметюйнен¹ Юрий Александрович, Евдокимова² Светлана Александровна,
Кареткин^{2*†} Борис Алексеевич, Гусева³ Елена Владимировна
и Дударов⁴ Сергей Павлович

¹ Кафедра информационных компьютерных технологий; ² Кафедра биотехнологии; ³ Кафедра кибернетики химико-технологических процессов; ⁴ Факультет цифровых технологий и химического инжиниринга. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева.

Миусская пл., 9. г. Москва, 125047. Россия.

Тел.: ¹⁾ (495) 495-21-26; ²⁾ (495) 495-23-79; ³⁾ (495) 495-00-29; ⁴⁾ (495) 495-12-69.

E-mail: ¹⁾ dudarov@muctr.ru; ²⁾ karetkin@muctr.ru; ³⁾ eguseva@muctr.ru; ⁴⁾ dudarov@muctr.ru

*Ведущий направление; †Поддерживающий переписку

Ключевые слова: нейронные сети, математическое моделирование, перцептрон, непрерывное культивирование, пробиотик, пребиотик, молочная кислота.

Аннотация

В данной работе были исследованы изменения концентрации молочной кислоты в ходе непрерывного культивирования бифидобактерий и получено нейросетевое математическое описание. Ферментацию проводили в условиях, приближенных к условиям нисходящего отдела толстой кишки: поддержание pH 6.8 с помощью 20% гидроксида натрия; анаэробноз; скорость протока среды 0.04 ч⁻¹. Данный отдел характеризуется большим количеством микроорганизмов, а также их наиболее существенным влиянием на организм хозяина. Исследование проводили со штаммом *Bifidobacterium adolescentis* ВКПМ Ас-1662 (АТСС 15703^Т), а концентрацию пребиотика олигофруктозы варьировали (2, 5, 10, 15 г/л). До достижения и в течение не менее 36 часов состояния динамического равновесия системы измеряли концентрации молочной и уксусной кислот с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии, оптическую плотность, численность живых бактерий (КОЕ/мл). На основе полученных экспериментальных данных было проведено обучение нейронной сети.

В качестве основной архитектуры нейронной сети был выбран многослойный перцептрон. Векторы обучающей выборки включают 6 переменных: 5 входных и 1 выходная. Обучение проходило синхронно по методу обратного распространения ошибки. Общая ошибка работы нейронной сети 1.85%. В ходе исследований было доказано, что нейросетевой подход помогает хорошо проиллюстрировать влияние различных факторов на ход биотехнологических процессов, он обобщает множественные экспериментальные данные с допустимой ошибкой. Полученное нейросетевое математическое описание доказывает, что репрезентативность обучающей выборки имеет важное значение для получения наиболее точного математического описания. Необходимы дальнейшие исследования для получения математического описания изменения концентрации всех компонентов среды в виде комплекса обученных искусственных нейронных сетей.