

Теоретическая оценка отклика электрохимической ячейки с молоком в зависимости от топологии сенсорной системы

Студенты – Олейников Д.А., Федоркевич И.В.

Руководитель – Крылова Н.Г.

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

Импедансные нанобиосенсоры на основе встречно-штыревых электродных структур демонстрируют высокую чувствительность при детектировании широкого спектра веществ для различных приложений. В агропромышленном комплексе одной из нерешенных проблем остается диагностика ранних изменений, вызванных развитием мастита у коров. Разработка импедансного сенсора может обеспечить эффективный, дешевый, неинвазивный и удобный экспресс-метод мониторинга качества молока. Целью данной работы является теоретическое моделирование электрохимической ячейки с молоком как встречно-штыревой планарной структуры электродов. Рассматривалась простая эквивалентная электрическая схема электрохимической ячейки с молоком, представленная на рисунке. Здесь параллельно с емкостью двойного электрического слоя C , формирующегося на границе с электродом, включается активное сопротивление молока R и емкость C_1 , обусловленная поляризацией белковых молекул и жировой фракции; C_2 моделирует диэлектрическое покрытие электродов.

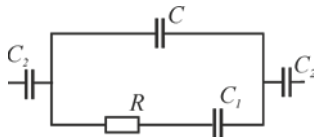


Рисунок – Эквивалентная схема сенсора нефарадеевского типа

Комплексное сопротивление цепи определяется по формулам

$$\underline{Z} = \frac{(-j/\omega C) \cdot (R - j/\omega C_1)}{(-j/\omega C) + (R - j/\omega C_1)} - 2j/\omega C_2, \quad R = 0,5 \ln \left[\frac{(2r + d)}{r} \right] / (l\pi\gamma),$$

где $C_1 \approx 1/d$, d – расстояние между электродами, r и l – полуширина и длина электродов, соответственно; γ – проводимость молока. Исследовались изменения в сопротивлениях $\Delta \underline{Z}$ для маститного молока ($\gamma = 7,2$ См) по сравнению с нормальным ($\gamma = 5,9$ См) в зависимости от параметров сенсора: d, r, l .

Выводы

Для эквивалентной схемы сенсора нефарадеевского типа найдены следующие оптимальные параметры: длина электродов составляет 50 мкм, их ширина – 4 мкм, расстояние между электродами – 60 мкм.