

$$C^0 = C^{нач} + \frac{I\tau}{FV_p}(\eta_a + \eta_k), \quad (3)$$

где $C^{нач}$ - начальная концентрация активных ионов в растворе, определяемая концентрацией химреагентов, I - ток, проходящий через гидросистему, τ - время протекания тока, V_p - объем раствора, η_a - выход по току анионов, η_k - выход по току катионов.

Из приведенных формул видно, что электрохимическим изменением концентрации ионов можно регулировать химические процессы в ОГС, и, следовательно, изменять их свойства.

Проведенная в Белорусском государственном аграрном техническом университете экспериментальная проверка показала, что применение ЭХО повышает усвояемость фуражного зерна до 85...87%, выход белка из картофельного сока - до 93...58%, из молочной сыворотки - до 65...80% при снижении энергетических затрат на обработку в 1,3...1,5 раза в сравнении с традиционными технологиями.

Таким образом, электрохимическое изменение свойств ОГС является новым эффективным направлением применения электрической энергии в технологических процессах обработки сельскохозяйственной продукции и, в частности, повышения эффективности использования питательного потенциала кормовых материалов.

Модель процесса электротермохимической обработки фуражного зерна

Кардашов П. В., ст. преподаватель, Николаенок М. М., канд. техн. наук, доцент, Заяц Е. М., докт. техн. наук, доцент, БГАТУ, г. Минск

Клейстеризация крахмала зерна представляет собой гетерогенную химическую реакцию ионного замещения. Скорость реакции с учетом фарадеевского тока определяется по формуле:

$$g_{отн} = \left[1 + \frac{1}{FC_{k_i}^{k_o}} \int_0^{D_i} n_j dD_\tau \right] K^S \exp\left(-\frac{G}{RT}\right). \quad (1)$$

Глубина обработки зерна может быть оценена коэффициентом переваримости $K_{пер}$, %. Обозначим начальное значение коэффициента переваримости $K_{пер}^{нач}$, предельное - $K_{пер}^{кон}$, %. Максимальное изменение коэффициента переваримости

$$\Delta K_{\text{пер}}^{\text{max}} = K_{\text{пер}}^{\text{кон}} - K_{\text{пер}}^{\text{нач}} \quad (2)$$

Текущее изменение коэффициента перевераримости

$$\Delta K_{\text{пер}} = K_{\text{пер}} - K_{\text{пер}}^{\text{нач}} \quad (3)$$

Обозначив правую часть уравнения (1) через a и исходя из закона действующих масс выразим скорость реакции для коэффициента перевераримости

$$\frac{d\Delta K_{\text{пер}}}{d\tau} = a(\Delta K_{\text{пер}}^{\text{max}} - \Delta K_{\text{пер}}) \quad (4)$$

После соответствующих преобразований

$$\Delta K_{\text{пер}} = \Delta K_{\text{пер}}^{\text{max}} (1 - e^{-a\tau}) \quad (5)$$

Подставив в (5) соответствующие значения из (2) и (3) получим

$$K_{\text{пер}} = (K_{\text{пер}}^{\text{кон}} - K_{\text{пер}}^{\text{нач}}) (1 - e^{-a\tau}) + K_{\text{пер}}^{\text{нач}}, \quad (6)$$

или

$$K_{\text{пер}} = (K_{\text{пер}}^{\text{кон}} - K_{\text{пер}}^{\text{нач}}) \times \left\{ 1 - \exp \left[- \left(1 + \frac{1}{FC_{k_i}^{k_o}} \int_0^{D_\tau} n_j dD_\tau \right) \tau K^S \exp \left(- \frac{G}{RT} \right) \right] \right\} + K_{\text{пер}}^{\text{нач}}. \quad (7)$$

Константу скорости реакции K^S и энергию активации G можно определить экспериментально, исследовав кинетику процесса для двух изотермических процессов, протекающих при температуре T_1 и T_2 и отсутствии электрического тока.

В этом случае уравнение (1) запишется в виде

$$\vartheta_{\text{отн}} = K^S \exp \left(- \frac{G}{RT} \right). \quad (8)$$

Выражение (8) представляет собой зависимость константы скорости реакции от температуры и представляет собой уравнение Аррениуса

$$k = K^S \exp \left(- \frac{G}{RT} \right), \text{ где } \vartheta_{\text{отн}} = k$$

Пользуясь методом наименьших квадратов, из экспериментальных данных можно найти значение k , c^{-1} для двух значений температуры (соответственно k' и k'')

$$k = \frac{\ln K_{\text{пер}}^{\text{кон}} \sum_{i=1}^n \tau_i - \sum_{i=1}^n \ln(K_{\text{пер}}^{\text{кон}} - K_{\text{пер}})}{\sum_{i=1}^n \tau_i^2}, \quad (9)$$

где τ_i – время обработки, с.

Тогда энергию активации можно определить из выражения:

$$G = R \ln \left(\frac{k''}{k'} \right) \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}. \quad (10)$$

Значение предэкспоненциального множителя в уравнении Аррениуса находим как

$$K^S = \frac{k'}{\exp\left(-\frac{G}{RT_1}\right)} = \frac{k''}{\exp\left(-\frac{G}{RT_2}\right)}. \quad (11)$$

Количество электричества, протекающее через раствор в анодной и (катодной) зоне

$$D_{\tau}^{A(K)} = \frac{\gamma_r^c E_c \tau}{I_{a,(k)}(1-\nu)}. \quad (12)$$

Таким образом, математической моделью процесса электротермохимической обработки зерна, позволяющей рассчитать кинетические параметры, является уравнение (7).

В модель процесса ЭТХО зерна входит ряд уравнений описывающих: температурное поле; числа переноса активных ионов через разделительную мембрану; количество протекающего электричества; коэффициент переработки; pH раствора. Модель процесса может быть решена с использованием средств вычислительной техники.

Модель температурного поля в среде, полуограниченной электродами, разделенными мембраной

Николаенок М. М., канд. техн. наук, доцент, Заяц А. Е., инженер, Кардашов П. В., ст. преподаватель, БГАТУ, г. Минск

Повышение эффективности использования кормовых материалов (фуражного зерна, белков молочной сыворотки, картофельного сока и др.), представляющих собой органическую дисперсную гидросистему, связано с