

$$\frac{dc_4}{dx} = -\alpha_3 c_4; \quad (4)$$

$$\frac{dc_5}{dx} = -\alpha_3 c_5 + \chi_2 c_6 - k_2 c_5; \quad (5)$$

$$\frac{dc_6}{dx} = \alpha_3 c_5 + \alpha_3 c_4 - \chi_2 c_6 + k_2 c_5, \quad (6)$$

где c_4, c_5, c_6 — концентрации соответственно O_2, H_2, H_2O ;

α_3 — константа скорости образования H_2O при окислении водорода;

χ_2 — константа скорости реакции восстановления H_2O ;

k_2 — константа скорости догорания H_2 на поверхности реагирования за счет адсорбированного кислорода, при этом объемное догорание водорода исключается;

x — высота слоя топлива.

Для реакции $CH_4 \rightleftharpoons C + 2H_2$ можно записать:

$$\frac{dc_7}{dx} = -\alpha_4 c_7 + \chi_3 c_8; \quad (7)$$

$$\frac{dc_8}{dx} = \alpha_4 c_7 - \chi_3 c_8, \quad (8)$$

где c_7, c_8 — концентрации соответственно CH_4, H_2 ;

α_4 — константа скорости образования H_2 ;

χ_3 — константа скорости образования CH_4 ; x — высота слоя топлива.

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ДЕЛИГНИФИКАЦИИ СОЛОМЫ В ЭЛЕКТРОМАГНИТНОМ ПОЛЕ

Николаенок М.М., Пашинский В.А.,
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск

Для нормального функционирования жвачных животных до 40% их кормового баланса должны занимать объемистые корма, среди которых можно выделить побочный продукт зернопроизводства – солому. В необработанном виде

(после обмолота зерна) солома имеет очень низкую кормовую ценность. Однако научными исследованиями и практическими результатами доказана возможность повышения усвоения соломы организмом жвачных животных после соответствующей ее обработки в 2...2,5 раза, приблизив ее, таким образом, к питательности сена среднего качества.

Как биологический объект, растительная ткань соломы состоит из отдельных клеточных элементов. Важнейшими компонентами химического состава клеточных стенок и межклеточного вещества являются целлюлоза, гемицеллюлозы и лигнин, в них также содержатся в небольшом количестве различные жиры, смолы, красящие вещества (табл. 1).

Табл. 1. Химический состав пшеничной соломы (в % к абсолютно сухой соломе)

Вид растительного сырья	Лигнин	Альфа-целлюлоза	Пентозаны	Прочие гемицеллюлозы	Спиртобензольный экстракт	Зола
Пшеничная солома	18	32	23	14	5,9	8,2

Гемицеллюлозы и пектиновые вещества сравнительно легко перевариваются животными, целлюлоза же разлагается только микроорганизмами, обитающими в их желудке. Молекулы же лигнина, благодаря пространственной сетчатой структуре и наличию большого количества реакционных связей, инкrustируют углеводы, что существенно затрудняет процесс их усвоения в организме животных. Для повышения кормовой ценности соломы необходимо обеспечить доступ ферменту целлюлазы, находящемуся в рубце жвачных животных, к клетчатке путем разрушения полимерной структуры лигнина (рис. 1). Деструкцию лигнина можно осуществить при щелочном воздействии путем увлажнения растительной ткани раствором химреагента. Химическая реакция между активными ионами OH^- и структурными единицами лигнина при этом приводят к разрушению по α - и β -O-4 эфирным связям, образованию новых фенольных гидроксидов и уменьшению молекулярной массы лигнина.

Таким образом, химическое воздействие щелочного реагента на растительную ткань соломы приводит к окислению лигнина и разрушению его сложной по-

лимерной структуры, что в конечном итоге повышает ее кормовую ценность. Процесс деструкции лигнина, из-за наличия твердой (растительная ткань соломы) и жидкой (щелочной раствор) фаз, можно отнести к гетерогенным химическим реакциям. В химической технологии скорость таких реакций, моль/м³с, описывается уравнением

$$v = K(C^s - C^o)S_{y0}\delta \exp\left(-\frac{G}{RT}\right), \quad (1)$$

где K – константа скорости реакции, зависящая от физико-механических свойств реагирующих веществ, с⁻¹; C^s – концентрация химически активных ионов OH⁻ в плотной части двойного слоя у поверхности мембраны клетки, моль/м³; C^o – концентрация ионов в объеме раствора, моль/м³; S_{y0} – удельная площадь реакционной поверхности, м²/м³; δ – толщина диффузного слоя, м; G – свободная энергия активации реакции, Дж/моль; R – универсальная газовая постоянная, Дж/Кмоль; T – температура реакционной среды, К.

Растительная ткань, помещенная в раствор хиреагента, адсорбирует активные ионы в плотной части двойного слоя мембраны. Концентрация этих ионов при пропускании электрического тока будет определяться из выражения

$$C^s = C^o \pm \frac{Q\delta^2 \Delta n}{zFD_o \tau}, \quad (2)$$

где Q – удельное количество электричества, протекающее через органическую дисперсную гидросистему (ОГС), Кл/м³; Δn – разность чисел переноса ионов OH⁻ в мембране клетки и растворе; F – число Фарадея, Кл/моль; D_o – коэффициент диффузии ионов OH⁻ в растворе, м²/с; τ – время обработки, с.

Для положительного направления тока уравнение (1) с учетом (2) можно записать в виде

$$v = KS_{y0} \frac{Q\delta^3 \Delta n}{zFD_o \tau} \exp\left(-\frac{G}{RT}\right). \quad (3)$$

Удельное количество электричества, протекающее через ОГС, определяется плотностью общего (измеряемого) тока

$$j = \gamma(T, \tau)E, \quad (4)$$

где $\gamma(T, \tau)$ – удельная проводимость ОГС, См/м; E – напряженность электрического поля, В/м.

С учетом (4) уравнение (3) можно записать в виде

$$v = K S_{y\delta} \frac{\gamma(T, \tau) E \delta^3 \Delta n}{l F D_o} \exp\left(-\frac{G}{RT}\right), \quad (5)$$

где l – межэлектродное расстояние в электродной системе, м.

Температура ОГС определяется из уравнения теплопроводности

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = \frac{\lambda}{\rho C} \Delta^2 T + \frac{\gamma(T) E^2}{\rho C} \quad (6)$$

с начальными условиями $T|_{\tau=0} = T_0$

и граничными условиями $\lambda|_r \Delta T = \alpha(T_g - T|_r)$,

где λ, ρ, C – теплопроводность, плотность и теплоемкость ОГС; α – коэффициент теплоотдачи на границе; T_0 – начальная температура материала; T_g – температура окружающей среды.

Таким образом, реакция делигнификации соломы определяется замещением активными ионами раствора одноименно фиксированных ионов растительной ткани в результате протекания фарадеевского тока, величина которого зависит не только от энергии активации и температуры, но также и от количества электричества, протекающего через обрабатываемую массу и определяемого напряженностью электрического поля, приложенного к электродам рабочей камеры.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ БАЛАНС ЭЛЕКТРОГИДРОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Пашинский В.А., Николаенок М.М.,

УО “Белорусский государственный аграрный технический университет”, г. Минск

Для повышения продуктивности животноводства важное значение имеют концентрированные корма. К группе концентрированных кормов относятся зерно, семена злаковых и бобовых растений. В 2007 году в Республике Беларусь произведено около 7 миллионов тонн зерна. На кормовые цели в настоя-