

Экономический эффект от выпуска данной партии продукции по энергосберегающей технологии составил:

$$\text{Э} = 4\,120\,902 - 805\,906 \text{ руб.} = 3\,314\,996 \text{ руб.}$$

Маркетинговые исследования показали, что потребитель интересуется новым ассортиментом плодоовощных продуктов питания, но для массового производства этой продукции в гораздо больших объемах, чем это было сделано на предприятии в течение двух месяцев, необходимо выполнить определенные рекламные акции, чтобы познакомить потребителя с преимуществами новой предлагаемой продукции.

Таким образом, производственные испытания в расширенном масштабе показали целесообразность использования энергосберегающей технологии производства нестерилизованных плодоовощных продуктов питания.

#### *Литература*

1. Ефимов В.В., Паймушкина А.В. Развертывание функции затрат // Методы менеджмента качества. 2006, №1
2. Алешин А.А. Ориентация на потребителя – ключевой фактор успешной деятельности предприятия // Стандарты и качество. 2006, 3 5.

УДК 544.6:636.08

### **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОРМОПРИГОТОВЛЕНИИ И ПОЕНИИ ЖИВОТНЫХ**

*Корко В.С., к.т.н., доц. (БГАТУ)*

#### *Введение*

В кормоприготовлении предложен ряд электротехнологических процессов, направленных на повышение эффективности использования животными питательного потенциала кормов. К ним можно отнести электротермохимическую обработку (ЭТХО) соломы [1], электрогидротермическую обработку (ЭГТО) [2] и электротермохимическую обработку (ЭТХО) зерна [3]. Важным технологическим эффектом является комплексность использования электрофизикохимических действий электрического тока для достижения значительно более высокой степени преобразования высокополимеров кормовых материалов (крахмала, лигнина, белков и др.) при сохранении или улучшении потребительских характеристик и одновременном снижении энергоемкости процесса обработки.

Известно, что при электролизе водных растворов происходит химическая реакция диссоциации воды, а также растворенных в ней солей на положительные и отрицательные ионы. При разделении анодного и катодного пространств ионитовыми и пористыми диафрагмами, наряду с кислотностью и щелочностью исходного раствора изменяются химическая и биологическая активность, физические свойства, происходит активация водных растворов. Анализ научно-технических источников информации свидетельствует, что электрохимически активированные среды обладают биологическим действием и успешно применяются в сельском хозяйстве, медицине, промышленности [1... 4 и др.].

В работе рассмотрены процессы повышения эффективности кормоприготовления и поения животных применением электрохимических технологий.

#### *Основная часть*

Технология ЭТХО соломы в потоке включает следующие операции: измельчение до размеров сечки (5...6 мм), смешивание измельченной массы с водным раствором химических реагентов (5% кальцинированной соды, 1,5% поваренной соли), уплотнение полученной смеси до 350...400 кг/м<sup>3</sup>, перемещение уплотненной массы в рабочую

электродную камеру и непосредственно обработку электрическим током при напряженности поля 800...1000 В/м. Энергоёмкость процесса ЭТХО соломы на 40...80% ниже по сравнению с другими термическими способами обработки. Кормовая ценность соломы после обработки увеличивается в 1,5...2 раза в сравнении с необработанной и обеспечивается прирост живой массы молодняка крупного рогатого скота более чем на 13% [1].

По технологии ЭГТО осуществляют плющение зерна до толщины хлопьев  $10^{-3}$  м, приготовление водного раствора химических реагентов (2% карбамида и 1% поваренной соли), дозированную подачу и смешивание плющеного зерна с рабочим раствором в соотношении (по массе) 1:0,8, уплотнение массы с усилием 25 кПа, равномерную подачу в рабочую электродную камеру и непосредственно обработку электрическим током при напряженности поля 2500 В/м. Электрический ток протекает через влажную проводящую зерновую массу в течение 2...3 минут, вызывая в ней термические (масса нагревается до 80...85 °С), электрофизикохимические процессы, ведущие к преобразованию свойств белков, углеводов, оказывая биологическое действие, снижая бактериальную загрязненность корма. Кормовая ценность зерна и приросты живой массы молодняка животных повышаются на 10...15%, энергоёмкость процесса в 1,5...2 раза ниже, чем при традиционных технологиях [2].

На основе технологии ЭГТО зерна и теории электролиза водных химических растворов разработана технология ЭТХО зерна. Схема технологического процесса ЭТХО в основном соответствует ЭГТО, однако режимы обработки и электрические параметры отличаются. В соответствии с технологией ЭТХО плющенное зерно смешивается с раствором хлорида натрия (1% NaCl на 100...120% воды к массе зерна), затем зерновая масса уплотняется до 8...10 кПа и подается в электродные камеры, разделенные ионоселективной мембраной. На электродах создается напряженность поля 400В/м униполярного знака. Обработка осуществляется в течение около 1 часа до прохождения через объем камеры удельного количества электричества  $(15...18)10^3$  Кл/кг сухого зерна, под действием которого в катодной области  $pH$  показатель достигает 10...11, а в анодной области до 4...2. Конечная температура обработанной массы составляет 55...60 °С. Обеспечивается повышение переваримости зерна на 10...15% и снижение энергоёмкости и ресурсозатрат на 5...10% [3].

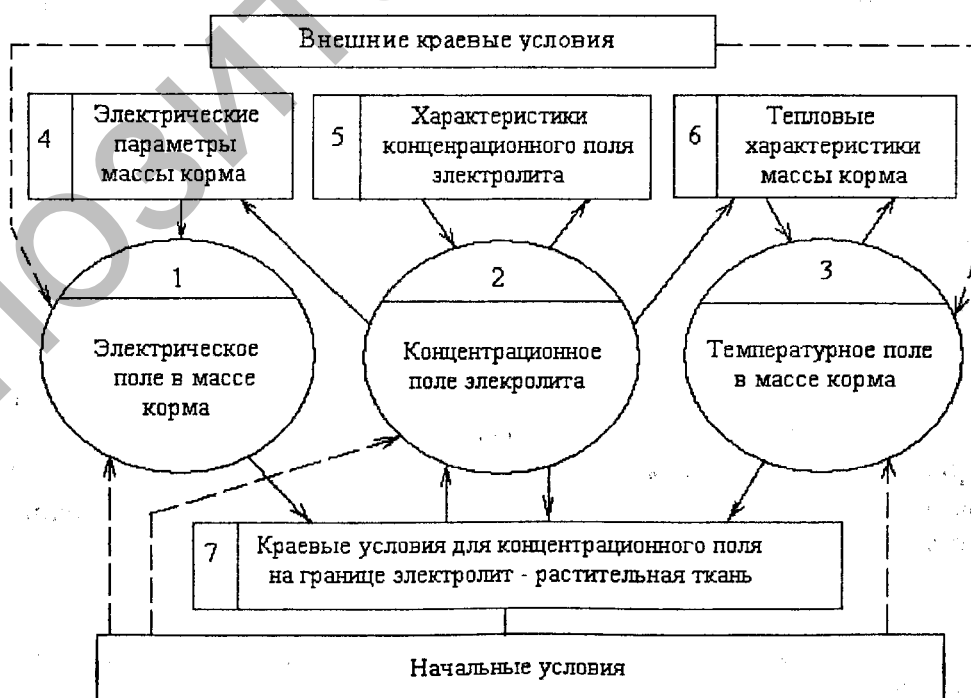


Рисунок – Концептуальная модель электротехнологической обработки кормового материала

С использованием положений теоретической электрохимии и системного подхода к анализу изучаемых явлений предложена концептуальная модель электротехнологической обработки кормов (рисунок), позволяющая разработать математическую модель и анализировать составляющие процесса.

Система нелинейных дифференциальных уравнений, составляющая математическую модель процесса обработки кормового материала электрическим током, включает уравнения расчета электрического, температурного поля, а также кинетики процесса деструкции кормового материала (лигнина, крахмала и т.п.) [2, с. 168].

Методом многофакторного эксперимента получено уравнение регрессии, определяющее зависимость степени клейстеризации крахмала  $Y_k$  в процессе ЭГТО зерна от определяющих факторов ( $x_1$  – температура;  $x_2$  – модуль увлажнения;  $x_3$  – напряженность электрического поля)

$$Y_k = 60,5 + 11,04x_1 + 7,8x_2 + 2,09x_3 - 6,05x_1^2 - 5,18x_2^2 - 10,95x_3^2.$$

При разработке технологических процессов электротермохимической обработки соломы, электротермохимической обработки зерна получены аналогичные математические модели [1, 3]. Анализ приведенного уравнения и других моделей показывает, что наряду с температурой и влажностью существенное влияние на кинетику процесса деструктивных преобразований высокополимеров кормов оказывает напряженность электрического поля, а значит и количество электричества, введенного в обрабатываемую массу материала. Это в определенной мере подтверждает, что кроме преимуществ объемного электрического нагрева (термического действия тока) в электрическом поле интенсифицируются физико-химические процессы.

Перспективно также применение слабоминерализованных электрохимически активированных растворов в животноводстве и птицеводстве. Получаемые растворы имеют низкую себестоимость, экологически чистые, разрешены к применению даже в медицинских целях. Результаты производственных испытаний показали, что заболеваемость и падеж молодняка снижается почти в два раза за счет повышения резистентности организма, а продуктивность животных повышается на 10% и более [4].

В технологии выпаивания животных и птицы очень существенным является качество поступающей в их организм воды, поскольку интенсивность роста живых организмов в значительной степени зависит от скорости ферментативных реакций в их клетках, а весь метаболизм равняется на скорость самой медленной реакции в организме. Значит, для ускорения деления клеток и, следовательно, увеличения прироста живой массы молодого растущего организма необходимо ускорить эти реакции.

Производственные испытания эффективности использования электрохимически активированного раствора поваренной соли при выпойке телят проведены в весенний период 2010г на комплексе по откорму КРС в СПК «Вишневка – 2002). Католит выпаивали опытной группе №1 с разведением подогретой водопроводной водой в соотношении 2:1 утром один раз в неделю по 3...5 мл на 1 кг живой массы теленка, а опытной группе №2 без разведения по 5...7 мл на 1 кг живой массы. Животные были подобраны аналогами по породе, возрасту, массе. Условия содержания, другие режимы и рационы кормления в опытной и контрольной группе были одинаковыми.

Среднесуточный прирост живой массы телят составил: в контрольной группе – 804, в опытных – 994 и 974г., т.е. в опытных группах среднесуточный прирост живой массы более чем на 20% оказался выше, чем в контрольной группе.

Высокая биологическая активность электрохимически активированных растворов обусловлена увеличением внутренней потенциальной энергии, образованием кислородофиксирующих комплексов, изменением физико-химических свойств

(окислительно-восстановительного потенциала,  $pH$ , растворимости органических веществ, проницаемости клеточных мембран, плотности, электропроводности и др.)

#### **Заключение**

Показатели приведенных электротехнологий подтверждают теоретические обоснования возможностей и преимуществ электрического тока как комплексного технологического фактора для повышения эффективности кормоприготовления и поения животных.

#### **Литература**

1. Николаенок, М.М. Обоснование технологических параметров и технических средств для электротермохимической обработки соломы: автореф. дисс. канд. техн. наук / М.М. Николаенок. – М.: 1984. – 24 с.
2. Корко, В.С. Повышение эффективности процессов переработки и контроля влагосодержания злаков электрофизическими методами: монография. / В.С. Корко. – Мн.: БГАТУ, 2006. – 349с.
3. Кардашов, П.В. Повышение эффективности использования фуражного зерна путем обработки электрическим током: дис. ... канд. техн. наук / П.В. Кардашов. – Мн.: БГАТУ, 2003. – 155 с.
4. Каптур, З.Ф. Применение электромембранной технологии в животноводстве и кормопроизводстве. Рациональные технологии заготовки высококачественных кормов и эффективного их использования / З.Ф.Каптур. – Жодино, 1988. – 262с.

УДК 621.577:664.723

### **ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В КОНВЕКТИВНЫХ ЗЕРНОСУШИЛКАХ**

*Цубанов А.Г., к.т.н., доц. (БГАТУ)*

#### **Введение**

К наиболее энергоемким технологическим процессам в сельском хозяйстве относится послеуборочная обработка зерна и семян, на осуществление которой приходится 30-50% расхода топлива от общих его затрат на производство зерна и семян.

Актуальным является проведение исследований с целью решения задач энергосбережения в конвективных зерносушилках (КЗС) путем разработки новых конструктивных схем и режимов работы сушильных установок. При этом особое значение приобретает утилизация теплоты отработавшего сушильного агента (СА) как вторичного энергетического ресурса.

Согласно каталогу «Оборудование и машины для послеуборочной обработки зерна», изданному в 2009 г. в РУП «НПЦ Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства», при строительстве новых зерносушильных комплексов и замене (реконструкции) устаревших зерносушилок осуществляется переход от сушки смесью топочных газов с воздухом к сушке нагретым воздухом.

Перспективной представляется инновационная технология использования тепловых насосов (ТН) в КЗС, заключающаяся в использовании ТН для осушения отработавшего СА (воздуха) с последующим его нагревом за счет теплоты, затраченной на испарение влаги в сушильной камере, и повторным использованием в процессе сушки [1–3].

В исследуемой схеме воздух, отработавший как СА в сушильной камере, направляется в испаритель ТН, в котором охлаждается и осушается, а затем проходит конденсатор ТН и дополнительный нагреватель, где нагревается до заданной температуры и подается в сушильную камеру. Теплота, передаваемая в испарителе от воздуха рабочему веществу (хладону) ТН, используется для нагрева воздуха в конденсаторе.