21 Интенсификация процессов переработки сычугов телят и ягнят электроплазмолитическим методом

И.А.Рогов, В.М.Катаев, В.И.Волчков, В.А.Шепелев
Московский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт мясной и молочной промышленности

Продукт, получаемый при обработке сычугов телят и ягнят, является ценным препаратом. Прирост производства продукта без изменения расхода исходного сырья традиционными методами удается незначительно повысить за счет увеличения времени процесса экстракции на 25-30%, при этом выход готовой продукции повышается лишь на 0,5-I%, что является альтернативой стоимости продукта.
Интенсивные механические возмущающие воздействия на сырье в процессе экстракции вызывают снижение качества продукции. Становится очевидным, что увеличения производства препаратов из животного сырья целесообразно использовать нетрадиционные методы обработки, позволяющие интенсифицировать технологические процессы. К такому методу предварительной обработки сырья можно отнести известный и в определенной степени апробированный в пищевой промышленности метод электроплазмолитической обработки.
Причинами, препятствующими внедрению в производство этого метода являются сложность физико-химических и биофизических процессов, происходящих при воздействии электрических полей на животное сырье, неполное знание электрофизических, биофизических и структурно-механических свойств сырья.
Предлагаемые материалы - результаты аналитических и экспериментальных исследований процесса электроплазмолитической обработки сырья животного происхождения. Для практического осуществления электроплазмолитической обработки животного сырья установлены предварительные значения электрических параметров с учетом специфических электрофизических и структурно-механических свойств сычугов телят и ягнят крупного рогатого скота. С этой целью проведены теоретические исследования влияния на процесс электроплазмолиза основной внешней движущей силы - градиента напряжения электрического поля. Теоретически обоснован выбор критических значений напряженности электрического поля в зависимости от электрофизических свойств клеточной оболочки, ее механических характеристик и размеров клетки. Как известно, оболочка клетки биологически активного животного сырья несет на себе электрический заряд. Наибольшее значение возникающей в электрическом поле внешней силы, приложенной к оболочке клетки, должно превышать силу, необходимую для ее механического разрушения с учетом кулоновских сил.

$$F_{max} > F_p - \kappa F_q \qquad (I)$$

где F_q - силы взаимодействия зарядов биослоя клеточной оболочки;
κ - коэффициент, учитывающий характер распределения зарядов по поверхности клетки, $\kappa < I$;
F_p - значение силы, необходимой для механического разрушения клеточной оболочки.

Численное определение F_q затруднено в силу сложной и изменчивой картины распределения зарядов клеточной оболочки; приближенная оценка F_q показывает, что она на порядок меньше F_p, поэтому составляющей κF_q пренебрегаем.
Значение F_p определяли по известному методу расчета тонкостенных сферических оболочек

$$F_p = \frac{2\pi D^2}{\sqrt{3(1-\mu^2)}} \cdot E\left(\frac{r_c}{R}\right)^2 \qquad (2)$$

где μ - коэффициент Пуассона;
E - модуль продольной упругости ткани клеточной мембраны;
$D=2R$ - диаметр сферической поверхности клетки;
r_c - усредненная толщина оболочки клетки.

Окончательная форма выражения напряженности электрического поля определяется неравенством:

$$\frac{U_o}{h} > \frac{8\pi E r_c}{\sqrt{3(1-\mu^2)}} \qquad (3)$$

где U_o/h - напряженность электрического поля.
Расчеты показали, что минимальное значение напряженности, гарантирующее механическое разрушение клеточной оболочки, составляет $(2,8 \div 3,2) \cdot 10^7$ В/м.
Для прогнозирования процесса электроплазмолиза сырья изучены электрофизические, физико-химические свойства и их зависимость от энергетических и технологических параметров электрообработки. Исследования показали, что удельная электропроводность сырья является определяющей характеристикой процесса электроплазмолиза. Результаты проведенных исследований были использованы для выбора источников тока и разработки конструкций электроплазмолизаторов. Исследованы различные источники тока при обработке животного сырья: генератора повышенной частоты (50Гц), повышенной частоты (9-I4 кГц) и импульсные генераторы тока. Экспериментальными исследованиями установлено, что наиболее рациональны импульсные источники питания электроплазмолизаторов.
Принципиальная электрическая схема генератора импульсов тока приведена на рис.I. Генератор импульсов тока высокого напряжения собран по схеме с емкостным накопителем, позволяющим плавно регулировать высокое напряжение с длительностью импульса $(0,I-0,5) \cdot 10^{-5}$с и частотой следования (0,I-I,0) Гц.
По результатам аналитических и экспериментальных исследований электрических, биофизических, структурно-механических свойств сырья и выбора вида источника питания был создан электроплазмолизатор непрерывного действия. Проведенные испытания плазмолизатора в условиях производства позволили получить увеличение выхода продукта до I0%.

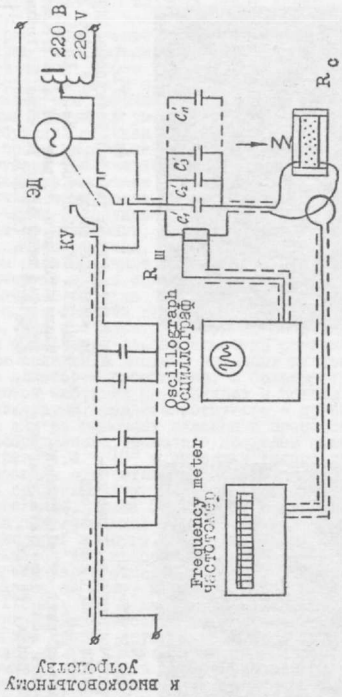

Рис. I. Принципиальная электрическая схема генератора импульсов тока: $C_1 - C_n$ - фильтровая емкость; $C_1' - C_n'$ - рабочая емкость; ЭД - электродвигатель; КУ - коммутирующее устройство; R_c - сопротивление сырья; $L_{тр}$ - индуктивность контура; $R_ш$ - сопротивление шунта

Fig.I. Principle diagram of the power pulse generator: C_1-C_n - a filtering capacity; $C_1'-C_n'$ - a working capacity; ЭД - a motor; КУ - a commutator; R_c - raw material resistance; $L_{тр}$ - a circuit inductance; $R_ш$ - shunt resistance.