

2. Дубодел И.Б., Кардашов П.В., Корко В.С., Инновационная технология электрообработки картофельного сока. Сборник научных статей Международной НПК «Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве». – Минск, БГАТУ, 2018 г. – С. 318–319.

3. Кардашов П.В., Корко В.С., Дубодел И.Б. Исследование процесса электротермохимической обработки фуражного зерна. Сборник научных трудов по материалам Международной НПК «Инновационные направления электрификации сельскохозяйственного производства», 21 ноября 2019г. / ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА. – Ярославль, 2020. – С. 30–33.

**Кравцов А.М., к.т.н., доцент, Демидков С.В., к.т.н., доцент,  
Гаель И.А.**

**УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь  
СПОСОБ ХОЛОДНОЙ ПАСТЕРИЗАЦИИ ЖИДКИХ  
ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

С целью очистки жидких пищевых продуктов (молоко, соки, вода от болезнетворных микроорганизмов используются традиционные термические методы обработки. Однако термические методы приводят к снижению содержания витаминов в молоке и соках после обработки.

С целью устранения недостатков вышеперечисленных способов был разработан метод воздействия на жидкие пищевые продукты высокочастотным электромагнитным полем [1].

В данной статье теоретически обоснован способ обработки жидких пищевых продуктов электростатическим полем, требующий минимальных энергозатрат.

Как известно, в неоднородной среде, помещенной во внешнее электрическое поле, на границах неоднородностей возникают поперечные силы, действующие вдоль направления вектора напряженности электрического поля [2]. С целью уничтожения микроорганизмов путем их механического разрушения предлагается воздействовать на молоко электростатическим полем.

При определении напряжений внутри микроорганизма примем схему распределения электрического поля вокруг и внутри микроорганизма, показанную на рис.1. и воспользуемся выражением механического напряжения, возникающего на границе сред с разной диэлектрической проницаемостью в электрическом поле [2]:

$$\sigma_n = D^2 \cdot (1/\varepsilon^{(e)} - 1/\varepsilon^{(i)})/2, \quad (1)$$

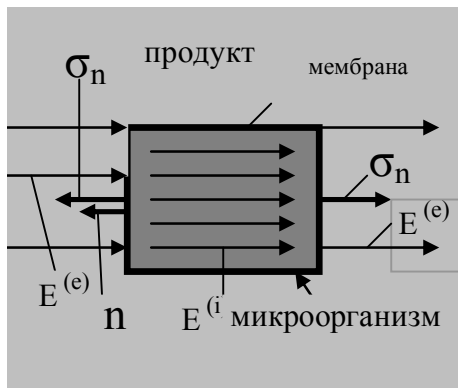


Рис. 1 Схема распределения электростатического поля вокруг и внутри микроорганизма

где  $\sigma_n$  – тензор механических напряжений на границе микроорганизма,  $\varepsilon^{(e)}$  – относительная диэлектрическая проницаемость среды вне бактерии,  $\varepsilon^{(i)}$  – относительная диэлектрическая проницаемость микроорганизма,  $\varepsilon_0$  – диэлектрическая постоянная,  $D$  – величина вектора электрического поля ( $D = \varepsilon_0 \varepsilon^{(i)} E^{(i)} = \varepsilon_0 \varepsilon^{(e)} E^{(e)}$ ).

В [2] показано, что электростатическое поле границе сред с разной диэлектрической проницаемостью создает механическое напряжение, направленное нормально к поверхности раздела сред.

Проанализируем возможные напряженные состояния микроорганизма, помещенного в электростатическое поле.

1. Если  $E^{(i)} < E^{(e)}$ , (т.е.  $\varepsilon^{(i)} > \varepsilon^{(e)}$ ), то  $\sigma_n > 0$ . В этом случае на микроорганизм действуют растягивающие напряжения со стороны источника электрического поля. В частности, если  $E^{(i)} = 0$  (вещест-

во микроорганизма имеет высокую проводимость ( $\varepsilon^{(i)} = \infty$ ), напряжения растяжения максимальны и равны  $\|\sigma_n\| = \frac{\varepsilon^{(e)} \varepsilon_0}{2} E^{(e)2}$ .

2. Если  $E^{(i)} > E^{(e)}$  (т.е.  $\varepsilon^{(i)} < \varepsilon^{(e)}$ ), то  $\sigma_n < 0$ . В этом случае на микроорганизм действуют сжимающие напряжения.

Т.е. в любом случае электростатическое поле внешнего источника приводит к механической деформации микроорганизма и при определенной амплитуде к его разрушению и гибели.

Оценка параметров механических напряжений, создаваемых электростатическим полем на поверхности мембраны микроорганизма.

Считаем, что  $\varepsilon^{(i)} \in [1, \infty]$ . Тогда  $\sigma_n \approx \frac{\varepsilon_0 \varepsilon^{(e)}}{2} E_x^{(e)2}$ . Поскольку  $\varepsilon^{(e)} = 3$  [2], а величина напряженности электростатического поля, требуемого для разрыва микроорганизма, составляет от  $10^3$  кВ/м до  $10^4$  кВ/м (при этом  $\sigma^{(i)} \in [10, 10^3]$  н/м<sup>2</sup>). В [1] экспериментальным путем было показано, что при воздействии переменного электрического поля с напряженностью  $E^{(e)} \approx 3 \cdot 10^3$  кВ/м происходит пастеризация молока. Этот факт подтверждает работоспособность предложенной в данной статье теоретической модели.

### **Заключение.**

1. Предложен способ электростатического воздействия на молоко с целью его обеззараживания и консервации, исключающий фактор термического воздействия и требующий минимума энергозатрат.

#### Список использованных источников

1. Sepulveda, D.R. Production of extended-shelf life milk by processing pasteurized milk with pulsed electric fields. . D.R. Sepulveda, M.M. Góngora-Nieto, J.A. Guerrero and G.V. Barbosa-Cánovas.// Journal of Food Engineering. – 2005. – Volume 67. – Issues 1-2. – P. 81–86/

2. Ландау, Л.Д. Электродинамика сплошных сред/ Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц – М: Наука, 1982, 661 с.