

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ОБРАБОТКА МЯСНОГО СЫРЬЯ КАК НОВЫЙ СПОСОБ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

*А. А. Нестеренко, аспирант кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ;*

*А. И. Решетняк, доцент кафедры технологии хранения и переработки животноводческой продукции Кубанского ГАУ;*

*Т. А. Сергиенко, студентка факультета перерабатывающих технологий Кубанского ГАУ*

**Аннотация.** Сегодня исследования биологического действия электромагнитных полей охватывают большой спектр излучения, в диапазоне 10 Гц. Энергию микроволн используют в медицине, пищевой промышленности и микробиологии, это вызвано спецификой микроволнового нагревания обрабатываемых объектов, а именно, возможность воздействовать одновременно на весь объем, чтобы отрегулировать скорость поглотительной энергии и температуру образца.

**Ключевые слова:** электромагнитный-импульс, гистология, волокна, микробиальная обсемененность.

## **ELECTROMAGNETIC PROCESSING OF MEAT RAW MATERIALS AS A NEW WAY OF AN INTENSIFICATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES**

*A. A. Nesterenko, graduate student of faculty of technology of storage and processing stock-raising production*

*Kuban State Agrarian University;*

*A. I. Reshetnjak, associate professor of faculty of technology of storage and processing stock-raising production Kuban State Agrarian University;*

*T. A. Sergienko, the student of faculty of processing technologies Kuban State Agrarian University*

**Annotation.** Now researches of biological action of the electromagnetic fields cover all spectrum of electromagnetic fluctuations of radio of a range from constant fields to frequencies of an order of 10 Hz. Use microwave energy in the medical, food and microbiological industry it is caused by specificity of microwave heating of irradiated objects, namely: possibility to heat up simultaneously all volume to regulate speed of absorption energy and temperature of the sample.

**Key words:** electromagnetic-pulse, Histology, fibres, microbiological semination.

В настоящее время, несмотря на профилактические мероприятия, повышение качества и безопасности выпускаемой продукции поиск ресурсосберегающих технологий по проблеме сохранения микробиологической стойкости и пищевой безопасности новых продуктов питания, имеет большое значение для здорового питания населения страны. Огромное значение в связи с этим приобретают вопросы, связанные с обезвреживанием мяса и мясопродуктов, гарантирующих полную безопасность готовых продуктов для потребителя.

Внедрение в производство достижений современной физики, химии, радиоэлектроники и биологии позволило значительно сократить энергетические затраты, уменьшить себестоимость выпускаемой продукции и увеличить сроки сохранения качества пищевых продуктов.

В последние годы для этих целей, помимо существующих способов обезвреживания (проварка, заморозка, посол), предложено использование ультрафиолетовых лучей, ионизирующего излучения, электромагнитного излучения и др. Наряду с этим, бесспорно, стоит и сверхвысокая частота электромагнитного излучения или СВЧ обработка пищевых продуктов [3].

Исследования биологического действия электромагнитных полей охватывают весь спектр электромагнитных колебаний радио диапазона от постоянных полей до частот порядка 10 Гц [4]. Использование СВЧ – энергии в медицинской, пищевой и микробиологической промышленности обусловлено спецификой СВЧ – нагревания облучаемых объектов, а именно: возможность нагревать одновременно весь объем, регулировать скорость поглощения энергии и температуру образца [5].

При электромагнитно-импульсном воздействии на мясную продукцию определенной частотой и формой сигнала можно получить обеззараживание данной продукции от бактерий определенного вида. Из биологических и химических исследований известно, что каждая нативная единица имеет свою частоту электромагнитного излучения, поэтому если создать условия резонанса внешних электромагнитных воздействий с внутренними излучениями клетки, то может произойти внутреннее разрушение биологической единицы. Экспериментально использовались сигналы треугольной формы, которые показаны на диаграмме 1.

Из полученной осциллограммы видно, что в импульсе напряжение равно 60 вольт, частотный диапазон исследовался от 10 до 200 Гц, где очевидно проявился резонансный режим воздействия на биологию и гистологию мясного продукта.

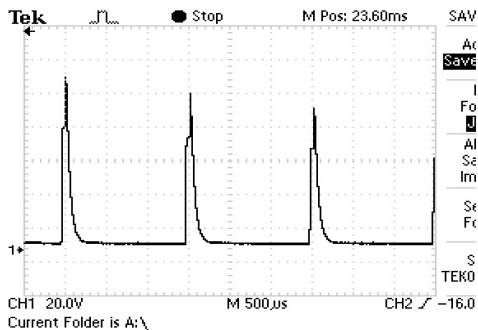


Диаграмма 1. Осциллограмма формы напряжения сигнала

Эксперимент по воздействию на мясную продукцию (говядина) предусматривал продолжительность воздействия 60 минут на каждую биологическую единицу с диапазоном частот от 10 до 200 Гц, в результате были получены следующие данные по биологии и гистологии мясной продукции, которые показаны в таблице 1.

Таблица 1

Количество колониеобразующих единиц в зависимости от параметров электромагнито-импульсной обработки

№ Образца	Время обработки, мин.	Частота (f), Гц	Масса образца до обработки	Масса после обработки	КМА ФАн М, КОЕ/г (-3)	БГКП, в 0,001г.
к	60	-	-	-	7,9x10 <sup>4</sup>	Обнар.
1	60	10	18,85	18,58	2,6x10 <sup>4</sup>	Обнар.
2	60	100	18,45	18,13	2,1x10 <sup>4</sup>	Обнар.
3	60	200	22,73	22,12	3,0x10 <sup>4</sup>	Не обнар.
4	30	30	19,76	19,54	3,7x10 <sup>4</sup>	Обнар.

При гистологическом исследовании поперечнополосатая мышечная ткань у всех видов была представлена

мышечными пучками. Каждый мышечный пучок состоял из мышечных волокон различного диаметра.

Диаметр мышечных волокон у крупного рогатого скота варьировал от 35 до 100 мкм, а в среднем составлял 68 мкм; у свиней варьировал от 22 до 78 мкм, а в среднем составлял 51 мкм.

Ядра в мышечных волокнах располагались по периферии и имели овальную или вытянутую форму. В цитоплазме волокон просматривались миофибриллы, которые придавали им поперечнополосатую исчерченность, которые представлены на рисунках 4, 7.

Между мышечными волокнами располагались тонкие прослойки соединительной ткани, представленной коллагеновыми волокнами и фиброцитами. Мышечные волокна располагались параллельно и составляли мышечные пучки различной толщины. Мышечные пучки имели различное направление. Между ними хорошо определялась соединительная ткань, представленная эластическими и коллагеновыми волокнами, фибробластами, фиброцитами, кровеносными сосудами и нервами.

При патоморфологическом исследовании обработанной поперечно-полосатой мышечной ткани крупного рогатого скота, свиньи особых отличий от необработанной не выявлено.

При гистологическом исследовании «обработанной» поперечнополосатой мышечной ткани у всех видов имелись структурные изменения в мышечных волокнах, которые характеризовались лизисом миофибрилл. При этом сами мышечные волокна были фрагментированы, что показано на рисунке 1. Соединительная ткань между мышечными волокнами и между мышечными пучками также была в состоянии распада и представляла гомогенную белковую массу, которая практически не окрашивалась.

Эти изменения указывают на то, что данный способ обработки поперечнополосатой мышечной ткани и речении действительно оказывает воздействие на поверхностные и глубокие структуры, что подтверждает эффективность обработки сырья животного происхождения НЧ ЭМП для ускорения биохимических превращений и снижения микробиальной обсемененности.

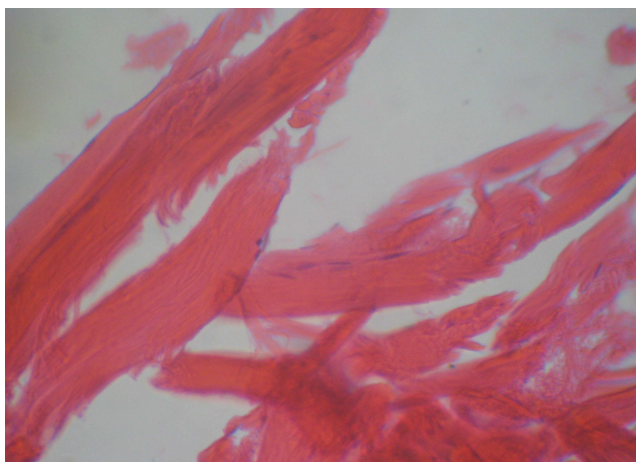


Рис. 1. Гистологический срез обработанной поперечно-полосатой мышечной ткани

Произведем математический расчет электромагнитных параметров, влияющих на биологию и гистологию мясной продукции. Данные расчета откроют нам физику процесса обработки мясной продукции.

По осциллограмме на рисунке 1, нам известно, что частота сигнала составляет  $f = 280\text{--}300$  Гц, длительность импульса  $t = 2$  мс, период сигнала  $T = 20$  мс, напряжение в импульсе от  $U_{\text{ср}}=30\text{В}$  до  $U_a = 60\text{В}$ , ток в импульсе от  $I_{\text{ср}} =$

1,5А до  $I_a = 30\text{А}$  сопротивление излучающего устройства  $r = 2\ \text{Ом}$ .

Определим скважность сигнала:

$$S = \frac{T}{t} = \frac{20}{2} = 10, \quad (1)$$

Определим мощность среднюю и амплитудную:

$$P_{\text{ср}} = I_{\text{ср}} \cdot U_{\text{ср}} = 30 \cdot 1.5 = 45\ \text{Вт},$$

$$P_{\text{а}} = I_{\text{а}} \cdot U_{\text{а}} = 60 \cdot 30 = 1800\ \text{Вт}.$$

Найдем энергию одного импульса среднюю и амплитудную

$$\dot{A}_{\text{нб}} = \dot{D}_{\text{нб}} \cdot t = 45 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0.09 \cdot c = 0.09\ \text{Дж},$$

$$\dot{A}_{\text{а}} = \dot{D}_{\text{а}} \cdot t = 1800 \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3.6 \cdot c = 3.6\ \text{Дж}.$$

В дальнейшем, чтобы рассчитать энергию электромагнитного излучения, произведем перевод энергетических показателей в электрон-вольты известно, что  $eV = 1.602 \cdot 10^{-19}\ \text{Дж}$ , тогда

$$\dot{A}_{\text{нб}} = 5.617 \cdot 10^{17}\ \text{eV};$$

$$\dot{A}_{\text{а}} = 2.247 \cdot 10^{19}\ \text{eV}.$$

Произведем расчет диапазона изменения энергии сигнала электромагнитно-импульсного воздействия

$$E_{\text{ср.нб}} = E_{\text{ср}} \cdot f = 5.617 \cdot 10^{17} \cdot 280 = 1.573 \cdot 10^{20}\ \text{eV};$$

$$\dot{A}_{\text{а.нб}} = \dot{A}_{\text{а}} \cdot f = 2.247 \cdot 10^{19} \cdot 300 = 6.741 \cdot 10^{21}\ \text{eV}.$$

По данным расчета произведем расчет энергии излучаемого фотона в данном процессе, для этого воспользуемся справочными данными о количестве содержания электронов в  $1\ \text{см}^3 = 615 \cdot 10^{22}$  шт. Рассчитаем объем используемого медного провода в излучаемой установке на рисунке 2 обозначенный по 1. Известно что длина медного провода равна  $L = 300\ \text{см}$ , сечение провода  $d = 0,025\ \text{см}^2$ , тогда объем медного провода равен

$$V=300 \cdot 0,025=7.5 \text{ см}^3.$$

Найдем количество электронов в данном объеме про-  
вода:

$$n_B=7.5 \cdot 615 \cdot 1022=4.613 \cdot 1025 \text{ шт.}$$

Найдем энергию одного фотона излученного от излу-  
чающей установки для этого, используем среднюю и ам-  
плитудную энергии:

$$\dot{A}_{\text{п.д.}\delta} = \frac{1.573 \cdot 10^{20}}{4.613 \cdot 10^{25}} = 3.4 \cdot 10^{-6} \text{ eV};$$

$$\dot{A}_{\text{п.д.}\dot{a}} = \frac{6.741 \cdot 10^{21}}{4.613 \cdot 10^{25}} = 1.46 \cdot 10^{-4} \text{ eV}.$$

Определим диапазон длин волн излучения фотона,  
используя постоянную Планка  $h = 6.626 \cdot 10^{-24}$ , и скорость  
света  $C = 2,9979 \cdot 108 \text{ м/с}$

$$\lambda_{\text{п.д.}\delta} = \frac{h \cdot C}{E_{\text{п.д.}\delta}} = \frac{6.626 \cdot 10^{-24} \cdot 2.9979 \cdot 10^8}{3.4 \cdot 10^{-6}} = 5.842 \cdot 10^{-10} \text{ \AA};$$

$$\lambda_{\text{а.д.}\delta} = \frac{h \cdot C}{E_{\text{а.д.}\delta}} = \frac{6.626 \cdot 10^{-24} \cdot 2.9979 \cdot 10^8}{1.46 \cdot 10^{-4}} = 1.36 \cdot 10^{-11} \text{ \AA}.$$

Полученные данные длины волны излучения фотона  
согласно [5] входят в диапазон рентгеновского излучения  
по длине волны, это предположительно и является основ-  
ным фактором воздействия на биологию и гистологию  
мясных продуктов.

Таким образом, развитие новых биотехнологических  
направлений обработки сырья растительного и животного  
происхождения с целью интенсификации технологических  
процессов, внедрение барьерной технологии для сохране-  
ния качества пищевых продуктов представляет актуальный  
интерес для комбинированных процессов барьерной тех-  
нологии.



## *Список литературы*

1. Беляева, М. А. Влияние ИК и СВЧ-нагрева на жиры говяжьего мяса / М. А. Беляева // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2004 №5. – С. 36 – 37.
2. Бенгтсон, Н. СВЧ – нагрев в пищевой промышленности / Н. Бенгтсон, Т. Олссон // М. – Вестник ТИИЭР, – 1974. – С. 52 – 66.
3. Голубева, И. В. Энтеробактерии: Учебное пособие / И. В. Голубева, В. А. Килессо, В. С. Киселева; Под редакцией В. И. Покровского. – М.: Медицина, 1985. – С. 320.
4. Игнатов, В. В. Влияние электромагнитных полей сверхвысококачастотного диапазона на бактериальную клетку: Учебное пособие для вузов / В. В. Игнатов, А. П. Панасенко, Ю. П. Радин, Б. А. Шендеров; Под ред. В. В. Игнатова. – Саратов.: Издательство СГУ, 1978. – С. 80.
5. Кожаева, Д. К. Обеззараживание мяса птицы сверхвысококачастотной энергией / Д. К. Кожаева // Вестник ветеринарии. – 1998 № 9(3). – С. 42 – 44.

### **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СТЕНДЕ ТИЭПВ -1 ПОДОГРЕВАТЕЛЯ ВОДЫ НА БАЗЕ ТЭН**

*Н. В. Оболенский, д.т.н., профессор кафедры  
«Механика»;*

*В. Л. Осокин, доцент кафедры «Механика»,  
ГОУ ВПО Нижегородский государственный инженерно-  
экономический институт*

**Аннотация.** Увеличены компактность размещения испытуемого и испытательного оборудования, а также эффективность выявления наиболее рациональных с точки зрения энергопотребления подогревателей воды,