

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ**

**ВІСНИК  
ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО  
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА**

**Випуск 179**

**“Сучасні напрямки технології та  
механізації процесів переробних  
і харчових виробництв”**

**Харків 2016**

**УДК 664: 0025: 631. 563**

**Редакційна колегія:**

Професор, к.т.н. Нанка О.В. (відповідальний редактор)  
Професор, д.т.н. Мельник В.І. (заст. відповідального редактора)  
Професор, д.т.н. Богомолів О.В. (відповідальний секретар)  
Член-кор. НААНУ, професор, к.т.н. Мазоренко Д.І.  
Професор, д.т.н. Лебедєв А.Т.  
Професор, д.т.н. Завгородній О.І.  
Професор, д.т.н. Козаченко О.В.  
Професор, д.т.н. Шанина О.М.  
Професор, д.т.н. Спольник О.І.  
Професор, д.т.н. Пастухов В.І.  
Професор, д.т.н. Ольшанський В.П.

Наукове видання  
ВІСНИК ХАРКІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
ІМЕНІ ПЕТРА ВАСИЛЕНКА  
Випуск 179  
“СУЧАСНІ НАПРЯМКИ ТЕХНОЛОГІЇ ТА МЕХАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ  
ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ”

У збірник включені наукові праці Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, ведучих вищих навчальних закладів, науково-дослідних інститутів і підприємств України, в яких відображені результати теоретичних та експериментальних досліджень в галузі переробки та зберігання сільськогосподарської продукції

Свідectво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
серія KB №15983-4455ПР

Друкується за рішенням Вченої ради ХНТУСГ ім. Петра Василенка  
29.09.2016 р., протокол № 1

Вісник включений у перелік фахових  
видань ВАК України

© Харківський національний технічний  
університет сільського господарства  
імені Петра Василенка  
2016 р.

доочисткой мембранным фильтрующим модулем. Показана целесообразность использования данного способа в пищевой и других отраслях промышленности.

## **Abstract**

### **INTENSIFICATION OF TECHNOLOGY OF THE PURIFICATION OF WATER FOR FOOD ENTERPRISES**

*Authors researched and proposals method of the disinfection of drinking water from pathogenic microorganisms with its subsequent purification by the membrane filtration module in the articles. Authors showed the expediency of using this method in food and other industries.*

**УДК 621.37:637.142.**

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ОБРОБКИ НА МІКРООРГАНІЗМИ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ**

**Українець А.І., д.т.н., професор., Маринін А.І., к.т.н., с.н.с.,  
Святненко Р.С., аспірант., Кочубей-Литвиненко О.В., к.т.н.,  
доцент. Бойко М.І. д.т.н., професор.**

*(Національний університет харчових технологій)*

*Стаття присвячена дослідженню характеру впливу імпульсних електричних полів (ІЕП) на мікроорганізми в молочній сироватці.*

*Встановлено, що при обробленні молочної сироватки імпульсними електричними полями в діапазоні напруженості 15...30 кВ/см та тривалості 30с спостерігали повна інактивация мікроорганізмів.*

У сучасних промислових технологіях все більшу роль відіграють нетрадиційні способи обробки, що дозволяють впроваджувати ресурсо- та енергозберігаючі технології, які сприяють інтенсифікації виробництва.

До таких методів слід віднести електрофізичні методи, що використовують дію сильних електричних полів (ІЕП). Створення сильних електричних полів досягається за допомогою простих конструкторських рішень, що розкриває широкі можливості для їх застосування не тільки в експериментальних роботах, а й при

впровадженні на підприємствах агропромислового комплексу[1]. Для ІЕП харчових продуктів застосовують електричний струм, змінні електромагнітні поля різного частотного діапазону[2, 3].

Вітчизняний й закордонний досвід вказує на широке використання ІЕП в харчовій технології. Проте багато питань, пов'язаних з механізмом дії ІЕП на живі клітини, залишаються нез'ясованими, що сповільнює їх широке використання.

Головна мета розроблення нетеплових способів полягає у зменшенні використання високих температур під час виробництва харчових продуктів, за рахунок чого вдається уникнути їх негативного впливу на смак, аромат і харчову цінність сировини та готових продуктів.

Особливе місце займає антибактеріальний ефект комплексної високовольтної імпульсної обробки який може пояснюватися тим, що при обробці, клітини бактерій відчують цілий комплекс впливів: сильне імпульсне електричне поле і відповідне йому імпульсне магнітне поле, гідравлічний удар, температурний градієнт.

#### **Матеріали і методи досліджень.**

В якості об'єкта досліджень використовували культури *Escherichia coli* отриманої на основі модельних розчинів молочної сироватки.

Кишкова паличка (*Escherichia coli*) має найбільше значення як санітарно-показовий мікроорганізм. Бактерії роду *Escherichia* – це дрібні рухливі грам негативні палички, що не утворюють спор, не володіють оксидазною активністю, ферментують лактозу і глюкозу з утворенням кислоти та газу. Вони є факультативними анаеробами, добре ростуть в універсальних живильних середовищах, стійкі до дії багатьох анілінових барвників, не розріджують желатин, здатні ферментувати ряд вуглеводів – лактозу, глюкозу, мальтозу, сахарозу з утворенням кислоти і газу. Більшість штамів *E. coli* є нешкідливими, проте серотип O157: H7 може викликати важкі харчові отруєння у людей.

При проведенні досліджень використовували експериментальну установку, розроблену фахівцями НТУ «Харківський Політехнічний Інститут», що зображена на рисунку 1.

Характеристики установки представлені в таблиці 1.

З метою вивчення впливу електромагнітних полів на життєздатність культуру *E. coli* готували модельні розчини молочної сироватки.



Рис. 1. Установа для електроімпульсної обробки продуктів: 1 - багатозазорний розрядник; 2, 3, 4 - високовольтні конденсатори; 5 - робоча камера; 6 - металеві шпильки; 7 – захисний екран

Таблиця 1

### Характеристики установки

Ємнісні накопичувачі енергії	до 150	кВ
Частота проходження імпульсів	до 400	Гц
Напруженість імпульсного електричного поля	>100	кВ/см
Тривалість імпульсу, не більше	25	нс
Середня потужність генератора	50	кВт
Орієнтовний ресурс генератора	$10^{10} \dots 10^{11}$	мЗ/год

Для цього молочну сироватку стерелізували в автоклаві при температурі  $t=120^{\circ}\text{C}$  протягом двох годин. В стерелізовану сироватку вносили необхідну кількість бактерій *E.coli*, щоб отримати розведення  $10^6$  та  $10^8$  КОУ/см<sup>3</sup>. Культура вирощувалася в рідкому середовищі (мясопептонний бульйон) на гойдалці при температурі  $26^{\circ}\text{C}$  протягом 3 діб. Бактеріальна біомаса відмивалася стерильною водою за допомогою 3-кратного центрифугування при частоті обертання 2,5 тис. об/хв, температурі  $7,5^{\circ}\text{C}$  протягом 15 хвилин. Далі за допомогою ультразвукового диспергатора УЗПН-1 готувалась суспензія клітин певної щільності і вносилася в молочну сироватку.

Далі до стерильної робочої камери закритого типу об'ємом 150см<sup>3</sup> вносили модельні розчини сироватки. Після приєднання робочої камери до електродної системи генератора імпульсних

напруг, при режимах 15...30 кВ/см протягом 10...30 с. Після чого відбувався посів оброблюваної суспензії на чашки петрі з мясопеттинним агаром. Чашки знаходились в термостаті при температурі 28<sup>0</sup>С протягом 2 діб. Далі цього проводився облік вирослих колоній E.coli.

Напруженість дії ІЕП контролювали осциллографом «Good Will GDS-71022»

На рис 1 та 2 зображені осцилограми дії ІЕП в режимі при повній інактивації бактерій E.coli у молочній сироватці при розведенні 10<sup>6</sup> та 10<sup>8</sup> КОУ/см<sup>3</sup>.

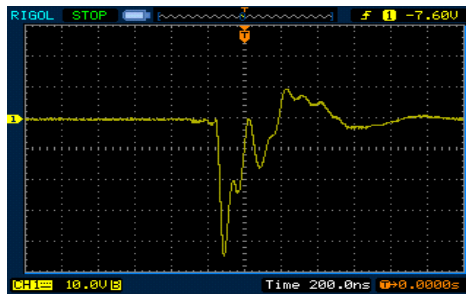


Рис 1. Осцилограма дії ІЕП при розведенні 10<sup>6</sup>КОУ/см<sup>3</sup>

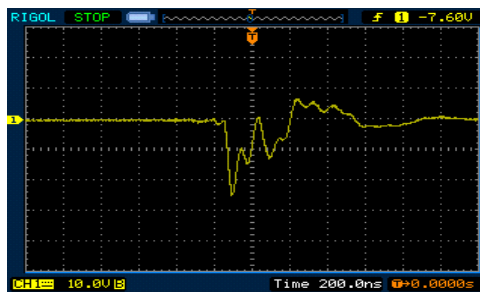


Рис 2. Осцилограма дії ІЕП при розведенні 10<sup>8</sup>КОУ/см<sup>3</sup>

Амплітуду напруженості електричного поля  $E_m$  в робочій камері визначали за формулою:

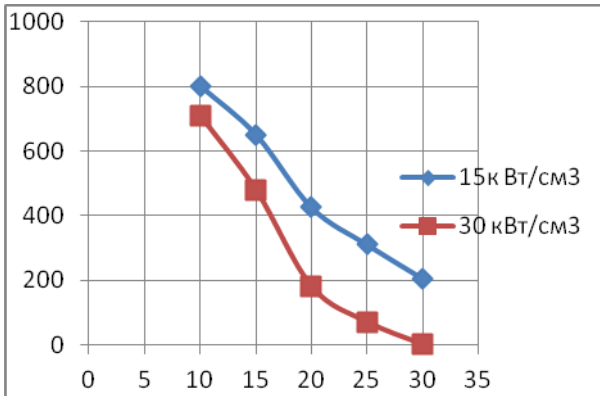
$$E_m = \frac{U_m}{d} \quad (1)$$

де  $U_m$  - амплітуда напруги на відповідній осцилограмі;  
 $d$  - довжина міжелектродного проміжку в робочій камері.

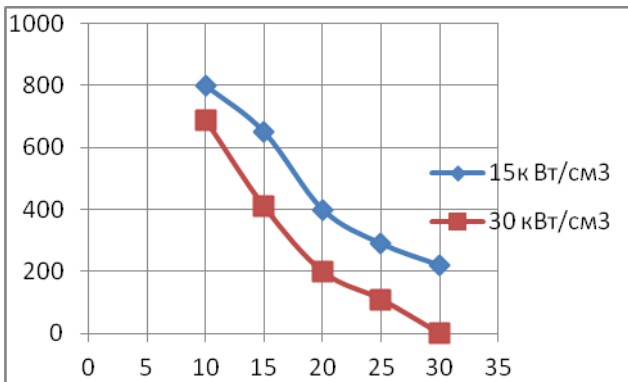
Амплітуду напруженості електричного поля  $E_m$  в робочій камері за формулою 1: при розведенні  $10^6 \text{ КОУ/см}^3$  в робочій камері складала  $1,5 \text{ кВ/мм}^3$ , а при розведенні  $10^8 \text{ КОУ/см}^3$   $0,9 \text{ кВ/мм}^3$

### Результати досліджень

Результати проведених досліджень по вивченню впливу ІЕП на життєздатність *E.coli*, в модельному розчині сироватки, наведено на графіку 1 та 2.



Графік 1. Впливу електромагнітних полів на культуру *E.coli* при різних режимах з розведенням  $10^6 \text{ КУО/см}^3$



Графік 2. Впливу електромагнітних полів на культуру *E.coli* при різних режимах з розведенням  $10^8 \text{ КУО/см}^3$

Одержані експериментальні дані показують, що із збільшенням

напруги та тривалості оброблення відбувається істотне зниження кількості мікроорганізмів в усіх зразках.

Зниження життєдіяльності мікроорганізмів, на наш погляд, можна пояснити комплексним впливом виникаючих при ІЕП обробці потужних електромагнітних хвиль та нетеплового ефекту зростання температури. Графік зростання температури представлений в роботі[1 ].

Найбільш інтенсивний вплив ІЕП на зразки спостерігається під час оброблення протягом 30с з напругою 30кВ/см, оскільки, в них повністю відсутні патогенні мікроорганізми.

### **Висновок.**

1. Досліджено вплив електромагнітної обробки (ІЕП) на процес інактивації кишкової палички *Escherichia coli* в модельному розчині води.

2. Встановлено оптимальні режими ІЕП (високовольтних імпульсів при напрузі 15-30кВ/см).

3. Доведено можливість здійснення теплового оброблення молочної сироватки за рахунок нетеплових ефектів, що виникають за імпульсної дії електричних полів.

4. Відкрито перспективи використання вітчизняних ІЕП-установок при первинному обробленні води.

### **Список літератури**

1. Barsotti L. Food processing by pulsed electric fields. II. Biological aspects / L.Barsotti, J.C.Cheftel // Food Review International. — 1999. — № 15(2). — P.181-213.

2. Обладнання підприємств переробної в харчової промисловості / [Гулий І.С., Пушанко М.М., Орлов Л.О. та ін.]; – Вінниця: Нова книга, 2001. – 576 с.

3. Соколенко А.І. Фізико-хімічні методи обробки сировини та продуктів харчування / Соколенко А.І., Костін В.Б., Васильківський К.В.; – К.: АртЕк, 2000. – 306 с.

4. Святненко Р.С. Вплив імпульсного електромагнітного поля на життєздатність *Escherichia coli* в модельному розчині молочної сироват. / Р.С. Святненко., А.И. Маринин., А.В. Кочубей-Литвиненко., В.Б. Захаревич //Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького, — 2016 — т 18, — № 2 (68) — С.92



## **Аннотация**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРООРГАНИЗМЫ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ**

*Статья посвящена исследованию характера влияния импульсных электрических полей (ИЭП) на микроорганизмы в молочной сыворотке.*

*Установлено, что при обработке молочной сыворотки импульсными электрическими полями в диапазоне напряженности 15...30 кВ/см и продолжительности 30с наблюдали полная инактивация микроорганизмов.*

## **Abstract**

### **STUDY OF ELECTROMAGNETIC TREATMENT ON MICROORGANISMS WHEY**

*The article investigates the nature of the impact of pulsed electric fields (IEF) on microorganisms in milk whey.*

*Established that the cultivation of whey pulsed electric fields intensity in the range 15...30 kV/cm and length of 30 seconds was observed complete inactivation of microorganisms.*

**УДК 663.5:542.816**

### **ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ МЕМБРАН УПМ-10 ТА ЇХ РЕГЕНЕРАЦІЯ ПІСЛЯ РОЗДІЛЕННЯ ФУГАТУ ПІСЛЯСПИРТОВОЇ ЗЕРНОВОЇ БАРДИ**

**Корнієнко Л.В., к.т.н., ас., Змієвський Ю.Г., к.т.н., доц.,  
Миرونчук В.Г., д.т.н., проф.**

*(Національний університет харчових технологій)*

*В роботі наведено результати досліджень процесу ультрафільтрації на установці проточного типу з використанням мембран марки УПМ-10. Встановлено механізм забруднення мембрани під час ультрафільтраційного розділення фугату післяспиртової зернової барди. Надано рекомендації, щодо регенерації мембран УМП-10. Встановлено, що найкращі результати хімічного очищення мембрани спостерігались при використанні розчину NaOH з концентрацією 0,5%. За таких умов*