



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького  
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S.Z. Gzhytskyj

doi:10.15421/nvlvet6818

ISSN 2413–5550 print  
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 621.37:637.142

## Вплив імпульсного електромагнітного поля на життєздатність *Escherichia coli* в модельному розчині молочної сироватки

Р.С. Святненко, А.І. Маринін, О.В. Кочубей–Литвиненко, В.Б. Захаревич  
Svyatnenko@i.ua, andrii\_marynin@ukr.net

Національний університет харчових технологій,  
вул. Володимирська, 68, м. Київ, 01601, Україна

Важливим показником мікробіологічної безпеки та якості, а також рівня санітарно–гігієнічних умов виробництва є бактерії групи кишкових паличок. При перевищенні допустимого титру ці мікроорганізми можуть спричиняти псування готового продукту і навіть харчові отруєння. В проблемно науково–дослідній лабораторії Національного університету харчових технологій були проведені експериментальні дослідження з метою вивчення дії впливу імпульсних електромагнітних полів на ентеробактерії, а саме культури *Escherichia coli* в модельному розчині молочної сироватки.

При проведенні досліджень використовувалася експериментальна установка, яка розроблена фахівцями в НТУ «Харківський Політехнічний Інститут». Для диференціації *Escherichia coli* використовувалося середовище Ендо, у якому ці бактерії давали характерний ріст у вигляді колоній червоного кольору з метелевим блиском. Модельні розчини молочної сироватки обробляли при напрузі 15...30 кВт/см<sup>2</sup>, з тривалістю обробки 10...20 с. Результати мікробіологічних досліджень модельного розчину сироватки молочної підтверджені комунальним підприємством «Санітсервісом» м. Харкова.

Встановлено, що обробка електромагнітними імпульсами з напругою 30 кВт/см<sup>2</sup> протягом 20 с є найбільш ефективною, оскільки спостерігається повна інактивація клітини *Escherichia coli* внесеної до молочної сироватки.

Доведено можливість здійснення теплового оброблення молочної сироватки за рахунок нетеплових ефектів, що виникають за імпульсної дії електричних полів. Відкрито перспективи використання вітчизняних ІЕП–установок при первинному обробленні молочної сироватки з метою знищення мікроорганізмів.

**Ключові слова:** імпульсні електромагнітні поля, сироватка молочна, культура *Escherichia coli*.

## Влияние импульсного электромагнитного поля на жизнеспособность *Escherichia coli* в модельном растворе молочной сыворотки

Р.С. Святненко, А.И. Маринин, А.В. Кочубей–Литвиненко, В.Б. Захаревич  
Svyatnenko@i.ua, andrii\_marynin@ukr.net

Национальный университет пищевых технологий,  
ул. Владимирская, 68, г. Киев, 01601, Украина

Важным показателем микробиологической безопасности и качества, а также уровня санитарно–гигиенических условий производства являются бактерии группы кишечных палочек. При превышении допустимого титра эти микроорганизмы могут вызывать порчу готового продукта и даже пищевые отравления. В Проблемно научно–исследовательской лаборатории Национального университета пищевых технологий были проведены экспериментальные исследования с целью изучения действия влияния импульсных электромагнитных полей на энтеробактерии, а именно культуры *Escherichia coli* в модельном растворе молочной сыворотки.

При проведении исследований использовалась экспериментальная установка, разработанная специалистами в НТУ «Харьковский Политехнический Институт». Для дифференциации *Escherichia coli* использовалась среда Эндо, на которую эти бактерии давали характерный рост в виде колоний красного цвета с металлическим блеском. Модельные растворы молочной сыворотки обрабатывали при напряжении 15 ... 30 кВт/см<sup>2</sup>, с продолжительностью обработки 10 ... 20 с. Ре-

### Citation:

Svyatnenko, R., Marynin, A., Kochubej–Litvinenko, O., Zakharevych, V. (2016). Impact of pulsed electromagnetic field on *Escherichia coli* vitality in model solution of milk serum. *Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj*, 18, 2(68), 92–94.

зультаты микробиологических исследований модельного раствора сыворотки молочной, подтвержденные коммунальным предприятием «Санэпидсервисом» г.Харькова. При исследованиях установлено, что обработка электромагнитными импульсами с напряжением 30 кВт/см<sup>3</sup> в течение 20 с является наиболее эффективной, поскольку наблюдается полная инактивация клеток *Escherichia coli*, внесённых в молочную сыворотку.

Доказана возможность осуществления тепловой обработки молочной сыворотки за счёт нетепловых эффектов, возникающих при импульсном воздействии электрических полей. Открыты перспективы использования отечественных ИЭП-установок при первичной обработке молочной сыворотки с целью уничтожения микроорганизмов.

**Ключевые слова:** импульсные электромагнитные поля, сыворотка молочная, культура *Escherichia coli*.

## Impact of pulsed electromagnetic field on *Escherichia coli* vitality in model solution of milk serum

R. Svyatnenko, A. Marynin, O. Kochubej–Litvinenko, V. Zakharevych  
Svyatnenko@i.ua, andrii\_marynin@ukr.net

National University of Food Technologies,  
Volodymyrska Str., 68, Kyiv, 01601, Ukraine

An important indicator of microbiological safety and quality, and production sanitary conditions are bacteria of *Escherichia coli*. At excess of acceptable titer these microorganisms can cause to damage the finished product and even food poisoning.

We investigated the impact of a pulsed electromagnetic field (PEF) treatment on the vitality of *Escherichia coli* in a model solution of milk serum in the Problematic Science Research Laboratory of National University of Food Technologies.

The studies were conducted using experimental installation developed of National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute». For the differentiation of *Escherichia coli* was used Endo medium where the bacteria growth appears in the form of red colonies with metal shine. Model solutions of whey treated at voltage of 15 ... 30 kW/cm<sup>3</sup>, treatment time 10 ... 20 s. Research results of milk serum model solution confirmed by public utility «Sanepidserwisom» Kharkiv.

It was determined that PEF treatments with voltage of 10 kW/cm<sup>3</sup> during 20 s is the most effective, because there was complete inactivation of *Escherichia coli* cells inoculated to milk serum. It was proved the possibility of heat treatment of milk serum by non-thermal effects generated by the pulse action of electrical fields. It was showed the perspective of using local PEF equipment at primary treatment of milk serum for microbial inactivation.

**Key words:** pulsed electromagnetic fields, milk serum, culture of *Escherichia coli*.

### Вступ

Останніми роками інтенсивно розвивається напрям в харчовій технології – обробка харчових продуктів, сировини і промислових мікроорганізмів нетепловими методами, зокрема імпульсними електромагнітними полями.

Електромагнітні поля є важливим і ефективним фактором інтенсифікації багатьох технологічних, в тому числі біотехнологічних процесів (Barsotti and Cheftel, 1999).

Сутність реалізації технології ІЕП в харчовій промисловості полягає в тому, що імпульсні електричні поля в діапазоні напруги 5...100 кВ/см<sup>3</sup> при тривалості дії в кілька десятків мікро або наносекунд викликають мікробну інактивацию за температур нижчих, ніж ті, що використовуються при тепловій обробці. При цьому оброблення ІЕП дозволяє уникнути чи максимально зменшити небажані зміни органолептичних показників, біологічної та харчової цінності продуктів (Gulı et al., 1994; Barbosa–Canovas et al., 1999).

Вітчизняний і 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 широке використання в промисловості.

Метою роботи було вивчення дії впливу ІЕП на ентеробактерії, а саме культури *Escherichia coli* в модельному розчині молочної сироватки.

### Матеріал і методи досліджень

Як об'єкт досліджень використовували культури *Escherichia coli* на основі модельних розчинів сироватки молочної.

*Escherichia coli* – вид грамнегативних паличкоподібних бактерій, які завжди містяться в кишечнику людини і тварин. Більшість штамів *E. coli* є нешкідливими, проте серотип O157: H7 може викликати важкі харчові отруєння у людей (Bach et al., 2002). Клітини *E. coli* паличкоподібні, зі злегка закругленими кінцями, розміром 0,4 – 0,8 × 1 – 3 мкм, обсяг клітини становить близько 0,6–0,7 мкм<sup>3</sup>. Оптимальне зростання досягається культурами *E. coli* при температурі 37 °С, деякі штами можуть ділитися при температурах до 49 °С (Bach et al., 2002). *E. coli* широко використовується в генетичних дослідженнях прокариот, завдяки зручності її культивування, і тому вивчена краще за всі інші мікроорганізми.

При проведенні досліджень використовувалася експериментальна установка, яка розроблена в НТУ «Харківський Політехнічний Інститут» (Boyko, 2001).

З метою вивчення впливу електромагнітних полів на життєздатність культуру *E. coli* готували модельні розчини молочної сироватки таким чином. Молочну сироватку з-під сиру кисломолочного стерилізували в автоклаві при температурі t=119 °С протягом двох годин. В стерилізовану сироватку вносили необхідну кількість бактерій *E. coli*, щоб отримати розведення 10<sup>6</sup> та 10<sup>8</sup> КОУ/см<sup>3</sup>. Потім до стерильної камери закритого типу об'ємом 150 см<sup>3</sup> вносили модельні роз-

чини молочної сироватки. Після приєднання робочої камери до електродної системи генератора імпульсних напруг, при режимах обробки 15...30 кВт/см<sup>3</sup> впродовж 10...20 с проводили обробку через іскровий розрядний проміжок 0,01мм. Напругу дії ІЕП контролювали осцилографом.

Для диференціації *E.coli* використовувалося середовище Ендо, на якому ці бактерії давали характерний ріст у вигляді колоній червоного кольору з металевим блиском.

**Результати та їх обговорення**

Після електромагнітного оброблення модельних розчинів в мікробіологічній лабораторії відбувався кількісний підрахунок бактерій, що вижили, шляхом

прямого підрахунку колоній на щільному поживному середовищі (ГОСТ 26670–91).

Результати проведених досліджень з вивчення впливу ІЕП на життєздатність *E. coli* в модельному розчині молочної сироватки наведено в табл. 1.

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.

Найбільш інтенсивний вплив ІЕП на зразки спостерігається під час оброблення протягом 20 с з напругою 30 кВт/см<sup>3</sup>, оскільки в них повністю відсутні патогенні мікроорганізми.

Таблиця 1

**Показники обробленого модельного розчину молочної сироватки електромагнітними полями при різних режимах**

Модельний розчин молочної сироватки з розведенням КУО/см <sup>3</sup>	Режим оброблення		Кількість мікроорганізмів КУО/см <sup>3</sup>
	Напруга, кВт/см <sup>3</sup>	Час оброблення, с	
10 <sup>6</sup>	15к Вт/см <sup>3</sup>	0	10 <sup>6</sup>
		10	100
		15	60
		20	40
	30 кВт/см <sup>3</sup>	0	10 <sup>6</sup>
		10	30
		15	17
		20	відсутні
10 <sup>8</sup>	15 кВт/см <sup>3</sup>	0	10 <sup>8</sup>
		10	80
		15	50
		20	25
	30 кВт/см <sup>3</sup>	0	10 <sup>8</sup>
		10	20
		15	15
		20	відсутні

Також слід відмітити, що за допомогою режиму оброблення незбираного молока відбувалася інактивація ферменту фосфатази, що є обов'язковою умовою ефективності пастеризації молочної сироватки.

**Висновки**

Доведено можливість здійснення теплового оброблення молочної сироватки за рахунок нетеплових ефектів, що виникають за імпульсної дії електричних полів. Відкрито перспективи використання вітчизняних ІЕП–установок при первинному обробленні молочної сировини.

Дані результати відкривають перспективи розвитку напряму створення нових методів обробки харчових продуктів за допомогою ІЕП з покращеними характеристиками. Створені установки та методики направлені для з'ясування механізмів дії факторів ІЕП, в подальшій розробці концепції, теорії ІЕП – обробки продуктів.

**Бібліографічні посилання**

Barsotti, L., Cheftel, J.C. (1999). Food processing by pulsed electric fields. II. Biological aspects. Food Review International. 15(2), 181–213.

Guli, L., Lebovka, S.N., Mank, I.V., Kupchuk, M.P., Basha, M.I., Matvijenko, A.B., Panchenko, A.H. (1994). Prynцыпу elektrotehniky obrobky harchovyh produktiv i materialiv. Naukovo–praktychnyj. Ukr INTEI, Kyi'v. 10, 15–18 (in Ukrainian).

Barbosa–Canovas, G., Gingora–Nieto, M.M., Pothakamury, U.R., Preservation, G., Swanson, B.G. (1998). Preservation of Foods with Pulsed Electric Fields. London: Academic Press.

Bach, S.J., McAllister, T.A., Veira, D.M., Gannon, V.P.J., Holley R.A. (2002). Transmission and control of Escherichia coli O157:H7. Canadian Journal of Animal Science. 82, 475–490.

Boyko, N.I. (2001). Vysokovol'tnye apparaty i tehnologii na osnove kompleksa vysokovol'tnyh impul'snyh vozdejstvij. Visnyk NTU «HPI». 16, 11–16 (in Russian).

Стаття надійшла до редакції 1.09.2016