

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Святненко Роман Сергійович аспірант

Маринін Андрій Іванович к.т.н., доцент, ст. науковий співробітник

Кочубей-Литвиненко Оксана Валер'янівна к.т.н., доцент

Національний університет харчових технологій

Svyatnenko R.

Marynin A.

Kochubey – Litvinenko O.

National University of Food Technologies

Анотація: сучасний ринок харчових продуктів характеризується все більшою різноманітністю та конкурентно спроможністю готової продукції. Харчові продукти в свою чергу, дуже чутливі до умов зберігання та транспортування, тому науковці все частіше намагаються знайти способи покращення мікробіологічних показників сировини продукції протягом усього технологічного циклу та забезпечення терміну зберігання готової продукції.

На підставі аналітичного огляду літературних джерел в статті наведено результати досліджень по впливу електрофізичних полів, показано переваги над традиційними методами обробки.

Ключові слова: електрофізичні поля, мікробіологічні показники, інактивація мікроорганізмів.

Вступ

В останні роки стрімко зростає попит на високоякісні харчові продукти. Природна свіжість та смак високо цінуються, особливо в харчових продуктах, які готові до вживання.

В процесі зберігання харчових продуктів при погіршенні якості сировини, збільшуються ризики мікробіологічного псування. Крім цього, на якість продукції впливають зовнішні чинники (коливання температури та вологості при зберіганні, вплив активного кисню, що спричиняє окиснення жирів, конденсацію на поверхні вологи). Тому, вчені зосередились на нетеплових методах обробки, які є альтернативою традиційним тепловим методам для подовження терміну зберігання, без втрати харчової цінності.

Матеріали й результати досліджень

Метою є літературний огляд щодо впливу електрофізичних полів на мікробіологічні показники харчових продуктів.

Нетеплові методи обробки представляють нову область харчової промисловості і нині досліджуються в глобальному масштабі. Головна мета теплової обробки – деактивація патогенних мікроорганізмів і спор (залежно від обробки), щоб надавати споживачам мікробіологічно безпечний продукт.

В літературному огляді присвяченому вивченню впливу електрофізичних полів на мікробіологічні показники харчових продуктів, автор [1, 2] відмічає, що перші вагомі наукові дослідження по впливу електромагнітних полів розпочато у 1960 х роках. Спочатку Doevenspeck, а потім Sale і Hamilton науково продемонстрували дію імпульсного електричного поля на мікроорганізми в рідкому водомісткому середовищі і дали приблизний опис можливих механізмів і кінетики процесів.

У 1970-х, 1980-х роках в журналі "Електронна обробка матеріалів" (Кишенев, Молдавія, СРСР) виходить ряд статей, присвячених електроімпульсному впливу на біологічні об'єкти [3 5]. У цих статтях акцент робиться на таких діючих факторах як електроіскровий розряд і СВЧ вплив.

При дослідженні впливу СВЧ-полів на бурякову стружку Купчик М.П. з'ясував, що при її обробленні потужністю 0,5 кВт з частотою 2400-2450 МГц при підвищеній температурі знижується питомий електричний опір до певної межі, який з подальшим зростанням температури практично не змінюється. Це свідчить про повноту плазмолізу бурякових клітин (під впливом СВЧ-поля), який настає при температурі 60-70°C. Таким чином, бурякову стружку перед екстрагуванням рекомендовано обробляти в СВЧ-поле до $t = 60-70^{\circ}\text{C}$ при $\tau = 120-150$ с.

Українець А.І. та інші [6], провів дослідження по вивченню впливу електроіскрового оброблення на продукти бурякоцукрового виробництва, в тому числі і на дифузійний сік. Ними було доведено, що електроіскрове оброблення дифузійного соку дозволяє досягти ефективного зменшення



в ньому мікрофлори та підвищення його частоти. Обробляючи дифузійний сік при напрузі 30 кВ та п'яти розрядах дослідники визначили, що чутливими при цьому режимі обробки виявилися вегетативні клітини бактерій, дріжджів, міцеліальних грибів. Резистентними до електроіскрового оброблення виявилися спори мікро-міцетів і особливо бактерій *Bac. subtilis* та *Bac. Cereus*.

Науковим колективом на чолі з Українцем А.І., спільно з Інститутом мікробіології, вірусології та імунології ім.акад. Д.К.Заболотного НАН України вивчено дію МІО на мікрофлору пива. Дослідником виявлено, що морфологічні, культуральні та фізіолого-біохімічні ознаки цих мікроорганізмів не змінюються під впливом факторів, що досліджуються. Кількість контамінуючої мікрофлори як бактерій, так і дріжджів, понижується в процесі зберігання (30 діб) на кілька порядків [7].

Маринін А.І. та інші [8], встановили, що після електрогідравлічного оброблення сокостружкової суміші з кількістю розрядів 7-10 та при напрузі 35 кВ спостерігалася майже повна інактивація мікроміцетів, часткова дріжджів та бактерій, кількість мікроорганізмів зменшилась в середньому на 71...87% порівняно з контролем. Також Маринін А.І. провів дослідження щодо впливу ЕГО на бактерію *Leuconostoc*, так як ця бактерія є небезпечним представником мікрофлори у цукровому виробництві. Автор досягнув повної інактивації при 10 імпульсах та напрузі 35 кВ.

В роботі [9] вивчаючи дію електричних розрядів на мікробіологічні показники сироватки молочної з напругою 45 кВ та кількістю розрядів 15 та 25 довели зменшення мікроорганізмів сироватки молочної на 50...55%.

Автор [10] зауважив, що технологія імпульсних електромагнітних полів розглядається як один із найбільш багатообіцяючих нетеплових методів для дезактивації мікроорганізмів. Імпульсних електромагнітні поля в діапазоні 5-50 кВ/см, з коротким імпульсом високої напруги (мс) між двома електродами, викликають мікробну деактивацію при температурах нижче тих, що використовують при тепловій обробці. Механізм деактивації мікроорганізмів імпульсних електромагнітними полями, не до кінця вивчено; однак, загально прийнято, що ІЕП призводить до пеннеабілізації мікробних мембран.

Автори [11] повідомили про вплив статичних ІЕП на зниження активності бактеріальних іонних каналів. Механізм цього явища автори пояснюють зміною властивостей клітинних мембран внаслідок діаманетизації ліпідних молекул.

В роботі [12] показано, що вплив електричних полів може призводити до дестабілізації комплексів дигідрохолестеролу та фосфоліпідів моношару мембран клітин.

Автори [13] вивчаючи дію «гомогенних» та «негомогенних» статичних низькочастотних ІЕП на *E. coli*, зазначили, що окрім впливу на ріст мікроорганізмів, ІЕП провокували значне зниження оксидоредуктивної активності бактерій. Дослідники [14] показали значне зниження ензиматичної активності (денітрифікації) *Paracoccus denitrificans* на 20% внаслідок дії магнітного поля силою 10 мТл та частотою 50 Гц протягом 24 хв, й визначили, що 21% бактерій загинули після оброблення.

Результати досліджень С. Ramon та Ayaz M., [15], показали, що дія слабкого ІЕП силою $2 \cdot 10^{-3}$ Тл при шестигодинній експозиції зменшує бактеріальне число *E. coli* більше ніж на 40%. У цьому випадку електронна мікроскопія показала ушкодження клітинних стінок бактерій.

В роботі [16] представлено що ІЕП силою 8,9–17,8 мТл значно знижують інтенсивність росту мікрофлори у воді. Ступінь втрати життєздатності мікроорганізмів внаслідок впливу ІЕП, на думку R.S. Stepanian та Barsegian A.A., залежить від його частоти. Автори зазначають, що антибактеріальним впливом характеризуються магнітні поля тільки низької частоти. Так при обробці з частоти магнітних полів 4Гц знизилась життєздатність *E. coli* на 20%.

Дослідники V.N. Binhі та Alipov Y.D., при вивченні впливу електромагнітних полів на *E. coli*, вказують на те, що вони спричиняють ротацію іон-протеїнових комплексів, а це у свою чергу може змінювати функціонування мембран бактеріальної клітини [17].

Автори [18] пишуть, що вплив низькочастотного імпульсного електромагнітного поля силою 0,1 Тл у продовж 6,5 год спричинило зменшення життєздатності *E. coli* майже в 100 разів порівняно з контролем. Вони зазначили, що це може бути основою оброблення електромагнітним полем. Та повідомили, що магнітні поля наднизької частоти також значно пригнічують ріст стафілококів.

Романова. З.М. з авторами [19] досліджувала вплив електромагнітного випромінювання на швидкість росту молочнокислих бактерій роду *Bifidobacterium*. Вони показали збільшення питомої швидкості росту бактерій на 50–60 % під впливом електромагнітного випромінювання. Оптимальні умовами для отримання біологічних ефектів дії електромагнітного випромінювання є обробка бактерій не більше 20 хв.

Вивчаючи інактивацію ендоспор *Bacillus cereus* в пастеризованому молоці. Автори [20]



встановили, відсутність інактивації ендоспор в *Bacillus cereus*. Але відзначили, що бактерії були краще захищені від імпульсів, коли концентрація молочного жиру була вище, і що температура була нижчою в молоці з низькою концентрацією молочного жиру.

Вивчення впливу ІЕП на інактивацію *Pseudomonas fluorescens* в молоці на установці безперервної дії показники зменшення на 8 log при обробленні з напруженістю 60 кВ/см та температурою 50°C при загальному часі обробки 210 мс. При цьому не спостерігалось зміни рН та тривалої кислотності молока після обробки [21].

Дослідники вивчали інактивацію *Pseudomonas fluorescens* в пастеризованому молоці, використовуючи обробку ІЕП в лабораторному безперервному режимі. Вони отримали 8 log скорочення при обробці $E = 60$ кВ/см, $T = 50^\circ\text{C}$, при загальному часі обробки 210 мс. Вони не спостерігали ніяких змін в рН або титруемой кислотності молока після обробки [9].

В роботі [22] досягли 4 і 5 log скорочення в SMUF, інокульованому спорами *Bacillus subtilis* після 50 імпульсів $E = 16$ кВ/см і часу обробки 125 мс.

Дослідження обробленням грейпфрутового соку імпульсними електричними поля (ІЕП) з силою 0, 5, 10, 15, 20 і 25 Кв см⁻¹, швидкістю потоку 80 мл хв⁻¹, частотою імпульсів 1 кГц при 40°C протягом 600 мс. Результати не виявили істотних змін у зміні сухих речовин, рН, титрированій кислотності, загального числа цукрів, антоціантів і кольорі зі збільшенням ІЕП у порівнянні з контролем, це вказує на те, що ІЕП силою 25 Кв см⁻¹, може поліпшити якість грейпфрутового соку.

Божков А.І. досліджував вплив комплексу високовольтних імпульсних впливів на загальну кількість клітин бактерій і швидкість зброджування молока, а також впливу такого молока на динаміку зростання лабораторних тварин, вмісту ліпідів в печінці і сироватці крові цих тварин і активність ферменту глюкозо-фосфатази. Свіже молоко піддавали обробці в проточному режимі аперіодичними імпульсами почергової полярності. Час обробки становило 0,5с, напруженість поля 70-80 кВ/см. При цьому максимальна температура молока досягала 75 - 80°C протягом 0,1-0,5 с. Автором було встановлено, що прийом обробленого молока не впливає на структурно-функціональні характеристики внутрішньо клітинних мембран печінки, що може свідчити про відсутність токсичності у цього продукту[23].

Інші автори зосередилися на вивченні терміну зберігання і зміни органолептичних та фізико-хімічних характеристик.

Бойко Н.И. відмітив, що особливістю електроімпульсної обробки є те, що воно не погіршується (а, можливо, і поліпшується) біологічна цінність оброблюваних продуктів, збільшуючи терміни їх зберігання. Про це свідчать результати мікробіологічних, хімічних, біохімічних і спектральних аналізів[24].

У статті [25] розглянуто потенціал інактивації мікроорганізмів за допомогою ІЕП для подовження терміну зберігання продуктів. Зокрема розглянуто вплив на результат інактивації форми імпульсів і конструкції робочих камер. Доведено, що прямокутні імпульси при інших рівних умовах більш ефективні, ніж експоненціально затухаючі, а ще більш ефективні в спокою імпульси, тобто імпульси швидко змінюють свою полярність.

Огляд [26] присвячений нетермальному методу збереження харчових продуктів за допомогою впливу на них ІЕП. В огляді представлена установка, що формує високовольтні імпульси прямокутної форми.

При обробці ІЕП молока з 2% молочного жиру в 3 етапи ($E = 40$ кВ/см; $W = 2$ μs і $N = 6-7$ імпульси) [27] не спостерігалось зміни фізико-хімічних та сенсорних змін у порівнянні з контролем обробленим методом теплової пастеризації, причому термін придатності при температурі зберігання 4°C був більший на 4 діб.

В роботі [28] досліджували термін придатності при зберіганні знежиреного молока при 4°C, обробленого ІЕП ($E = 28, 32$ і 36 кВ/см, час обробки = 84 мкс), теплом (60°C і 65°C, 70°C). Результати показали, що максимальна інактивація при обробці високою температурою була подібною до отриманої обробкою ІЕП, з терміном придатності до споживання 14 діб при температурі 4°C.

Висновок

Вивчення впливу ІЕП на харчові продукти є актуальною темою для дослідників у всьому світі. Значна частина дослідження відбувалась в лабораторіях на масштабованих моделях заводів та показала позитивні результати та перспективність подальших досліджень.

Подальші дослідження потребують продовження вивчення застосування обробки харчових продуктів електромагнітними імпульсними полями з метою інактивації мікроорганізмів і



забезпечення подовжених термінів зберігання.

Список літератури

1. Doevenspeck H. *Influencing cells and cell walls by electrostatic impulses* / *Fleischwirt.* — 1961. — Vol. 13, №12. — P. 968 - 987.
2. Sale A.J. *Effect of high electric fields on micro-organisms. I. Killing of bacteria and yeast. II. Mechanism of action of the lethal effect* / A.J. Sale., W.A. Hamilton. // *Biochim. Biophys Acta.* — 1967. — Vol. 148. — P. 781 - 800.
3. Арбер С.Л. *О механизме биологического действия электромагнитного поля на клетку* / *Электронная обработка материалов.* — 1974. — №6. — С. 67 - 70.
4. Остапенков А.М. *Стерилизующие свойства электромагнитных полей СВЧ диапазона волн* / *Электронная обработка материалов.* — 1981. — №1. — С. 68 - 71.
5. Шпектор Я.Б. *Электроимпульсный метод стерилизации пищевых отходов* / *Электронная обработка материалов.* — 1972. — №5. — С. 78 - 82.
6. Українець А.І. *Дослідження впливу електроіскрових розрядів на властивості соків цукрового виробництва.* / В.П. Василів., Гулій І.С., А.І. Українець., Л.М. Хомічак., Ю.О. Дашковський., В.В. Олішевський., Ю.В. Слива // *Харчова промисловість.* — 2001 — №1., — С. 41 – 43.
7. Українець А.І. *Механізм впливу електростатичної високовольтної обробки на життєдіяльність мікрофлори пива* / *Експрес-новини: наука, техніка, виробництво.* -К.: УкрІНТЕІ, — 1998. №1–2. — С. 25 – 26.
8. Дашковський, Ю.О. *Вплив електрогідралічного ефекту на мікрофлору сокостружкової суміші* / Ю.О. Дашковський, А.І. Маринін., Ю.В. Слива // *Наукові праці Вінницького державного аграрного університету.* — 2006. — №1. — С. 229 – 235.
9. Чернюшок О.А. *Дія електричних розрядів на мікробіологічні показники сироватки молочної.* / О.А. Чернюшок, О.В.Кочубей-Литвиненко, А.Г. Пухляк // *Харчова промисловість.* — 2013. — №14. — С. 53 – 58.
10. Wouters, P.I., *Critical factors determining inactivation kinetics by pulsed electric field food processing.* / Wouters, P. I. Alvarez., I. Raso. // *Trends Food Sci. Technol.* — 2001.—№12 — P.112–121.
11. Quass D.W. *Pulsed Electric Field Processing in the Food Industry (A Status Report on PEF CR-109742).* – Toledo, OH: *Food Technology Alliance*, 1997. – 50p.
12. Justo. O.R., *Growth of Escherichia coli under extremely low-frequency electromagnetic fields.* / O.R. Justo., V.H. Pérez., D.C. Alvarez., R.M. Alegre. // *Appl. Biochem. Biotechnol.* — 2006 —№134(2) — P. 155 – 163.
13. Fojt L., *Effect of electromagnetic fields on the denitrification activity of Paracoccus denitrificans.* / L. Fojt., L. Strasák., V. Vetterl., // *Bioelectrochemistry.* — 2007. №70(1) — P.91 – 95.
14. Ramon C., *Inhibition of growth rate of Escherichia coli induced by extremely low-frequency weak magnetic fields.* / C. Ramon., M. Ayaz., D.D. Streeter., // *Bioelectromagnetics.* — 1981. — №2(3) — P. 285–289.
15. Yavuz H., *Influence of magnetic field on the kinetics of activated sludge.* / H. Yavuz., S.S. Celebi. // *Environ. Technol.* — 2004. — №25(1) — P. 7–13.
16. Stepanian R.S., *The effect of magnetic fields on the growth and division of the lon mutant of Escherichia coli K-12.* / R.S. Stepanian., A.A. Barsegian., Z.R. Alaverdian. // *Biol. Radioecol.* — 2000. — № 40(3) — P. 319–322.
17. Binhi. V.N., *Effect of static magnetic field on E.coli cells and individual rotations of ion-protein complexes.* / V.N. Binhi., Y.D. Alipov., I.Y. Belyaev. // *Bio electro magnetic.* — 2001. — №22(2) — P. 79–86.
18. Hughes. S., *The influence of static magnetic fields on mechanosensitive ion channel activity in artificial liposomes.* / S. Hughes., A.J. Haj., J. Dobson., B.Martinac. // *Eur. Biophys.* — 2005 — №34(5) — P. 461–468.
19. Романова, З. М. *Дослідження впливу електромагнітних опромінь радіочастотного діапазону хвиль на активацію ферментативної діяльності мікроорганізмів* / З. М. Романова, Л. О. Косоголова, П. П. Лоуицький // *Харчова промисловість.* — 2010. — № 9. — С. 22 – 24.
20. Grahl, T. *Killing of microorganisms by pulsed electric fields.* / T. Grahl., and H. Markl. // *Appl. Microbiol Bio technol.* — 1996. — № 45 — P. 148–157.
21. Jung, Y., *Pasteurization of milk by pulsed electric fields in a continuous system.* / Jung, K.J. Shin., J.K. Ha., K.Y. Cho., H.Y. Pyun., and Y. Ryang., // *Book of Abstracts.ICEF.* — 2000. — № 34(2) — P. 155 – 163.
22. Pothakamury, U.R. *Inactivation of Escherichia coli and Staphylococcus aureus in model foods by pulsed electric field technology.* / U.R. Pothakamury., A.Monsalve-Gonz'alez., G.V. Barbosa - C'anvas., and B.G. Swanson. // *Food Res. Int.* — 1995a. — №28 — P. 167–171.
23. Божков, А.И. *Реакция иммунной системы крыс разного возраста на содержающие рост диеты* / А. И. Божков, Е. М. Климова, Ю. В. Дмитриев, В. Л. Длубовская // *Пробл. старения и долголетия.* — 2006. — №2. — С. 93 –103.
24. Бойко Н.И., *Действие наносекундных импульсов электрического поля с напряженностями более 1 кВ/см на микроорганизмы в различных средах* / Н.И. Бойко., А.А. Бойко., И.М. Джафаров. // *Вестник ХГПУ.* — 1998. — Вып.21. — С. 134-139.
25. Wouters P. C., *Inactivation of microorganisms with pulsed electric fields: Potential for food preservation.* / P.C. Wouters., J.P. Smelt. // *Food Biotechnology.* – 1997. — Vol.11, №3. — P.193-229.
26. Vega-Mercado O., *Non-thermal food preservation: pulsed electric fields.* / H. Vega-Mercado, O. Martin-Belloso, B.L. Qin, F.J. Chang, M.M. Gongora-Nieto, G.V. Barbosa-Canovas, B.G. Swanson // *Trends in Food Science & Technology.* – 1997. – Vol.8, May. – P.151-157.

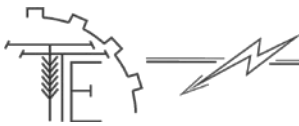


27. Qin, B.L. Food pasteurization using high-intensity pulsed electric fields. / B.L. Qin., U.R. Pothakamury., H. Vega-Mercado., O.M. Mart'in-Belloso., G.V. Barbosa-C'novas., and B.G. Swanson. // *Food Technol.* — 1995a. — №12 — P. 55–60.

28. Fernandez-Molina, J.J. Inactivation of *L.innocua* and *P.fluorescens* in skim milk treated with PEF. / J.J. Fernandez-Molina, E. Barkstrom., P. Torstensson., G.V. Barbosa-C'novas., and B.G. Swanson. // In: *Pulsed Electric Fields // in Food Processing.* — 2001b. — №14 — P. 55–60.

References

1. Doevenspeck H. Influencing cells and cell walls by electrostatic impulses / *Fleischwirt.* — 1961. — Vol. 13, №12. — P. 968 - 987.
2. Sale A.J. Effect of high electric fields on micro-organisms. I. Killing of bacteria and yeast. II. Mechanism of action of the lethal effect / A.J. Sale., W.A. Hamilton. // *Biochim. Biophys Acta.* — 1967. — Vol. 148. — P. 781 - 800.
3. Arber S.L. O mehanizme biologicheskogo deystviya elektromagnitnogo polya na kletku / *Elektronnaya obrabotka materialov.* — 1974. — №6. — S. 67 70.
4. Ostapenkov A.M. Sterilizuyuschie svoystva elektromagnitnykh poley SVCH diapazona voln / *Elektronnaya obrabotka materialov.* — 1981. — №1. — S. 68 71.
5. Shpektor Ya.B. Elektroimpulsnyy metod sterilizatsii pischevykh othodov / *Elektronnaya obrabotka materialov.* — 1972. — №5. — S. 78 82.
6. Ukrainets A.I. Doslidzhennia vplyvu elektroiskrovykh roz-riadiv na vlastyvoli sokiv tsukrovoho vyrobnytstva. / V.P. Vasylyv., Hulyi I.S., A.I. Ukrainets., L.M. Khomichak., Iu.O. Dashkovskiy., V.V. Olishevskiy., Iu.V. Slyva // *Kharchova promyslovist.* — 2001 — №1., — S. 41 – 43.
7. Ukrainets A.I. Mekhanizm vplyvu elektrostatychnoi vysokovoltnoi obrobky na zhyttiediialnist mikroflory pyva / *Ekspres-novyny: nauka, tekhnika, vyrobnytstvo.* -K.: UkrINTEI, — 1998. №1–2. — S. 25 – 26.
8. Dashkovskiy, Iu.O. Vplyv elektrohivradlichnoho efektu na mikrofloru sokostruzhkovoi sumishi / Iu.O. Dashkovskiy, A.I. Marynin., Iu.V. Slyva // *Naukovi pratsi Vinnytskoho derzhavnogo ahrarnoho universytetu.* — 2006. — №1. — S. 229 – 235.
9. Cherniushok O.A. Diia elektrychnykh rozriadiv na mikrobiolohichni pokaznyky syrovatky molochnoi. / O.A. Cherniushok, O.V.Kochubei-Lytvynenko, A.H. Pukhliak // *Kharchova promyslovist.* — 2013. — №14. — S. 53 – 58.
10. Wouters, P.I., *Critical factors determining inactivation kinetics by pulsed electric field food processing.* / Wouters, P. I. Alvarez., I. Raso. // *Trends Food Sci. Technol.* — 2001.—№12 — P.112–121.
11. Quass D.W. *Pulsed Electric Field Processing in the Food Industry (A Status Report on PEF CR-109742).* – Toledo, OH: Food Technology Alliance, 1997. – 50p.
12. Justo. O.R., Growth of *Escherichia coli* under extremely low-frequency electromagnetic fields. / O.R. Justo., V.H. Pérez., D.C. Alvarez., R.M. Alegre. // *Appl. Biochem. Biotechnol.* — 2006 —№134(2) — P. 155 – 163.
13. Fojt L., Effect of electromagnetic fields on the denitrification activity of *Paracoccus denitrificans*. / L. Fojt., L. Strasák., V. Vetterl., // *Bioelectrochemistry.* — 2007. №70(1) — P.91 – 95.
14. Ramon C., Inhibition of growth rate of *Escherichia coli* induced by extremely low-frequency weak magnetic fields. / C. Ramon., M. Ayaz., D.D. Streeter., // *Bioelectromagnetics.* — 1981. — №2(3) — P. 285–289.
15. Yavuz H., Influence of magnetic field on the kinetics of activated sludge. / H. Yavuz., S.S. Celebi. // *Environ. Technol.* — 2004. — №25(1) — P. 7–13.
16. Stepanian R.S., The effect of magnetic fields on the growth and division of the lon mutant of *Escherichia coli* K-12. / R.S. Stepanian., A.A. Barsegian., Z.R. Alaverdian. // *Biol. Radioecol.* — 2000. — № 40(3) — P. 319–322.
17. Binhi. V.N., Effect of static magnetic field on *E.coli* cells and individual rotations of ion-protein complexes. / V.N. Binhi., Y.D. Alipov., I.Y. Belyaev. // *Bio electro magnetic.* — 2001. — №22(2) — P. 79–86.
18. Hughes. S., The influence of static magnetic fields on mechanosensitive ion channel activity in artificial liposomes. / S. Hughes., A.J. Haj., J. Dobson., B.Martinac. // *Eur. Biophys.* — 2005 — №34(5) — P. 461–468.
19. Romanova, Z. M. Doslidzhennia vplyvu elektromagnitnykh oprominen radiochastotnoho diapazonu khvyl na aktyvatsiiu fermentatyvnoi diialnosti mikroorhanizmiv / Z. M. Romanova, L. O. Kosoholova, P. P. Loshytskyi // *Kharchova promyslovist.* — 2010. — № 9. — S. 22 – 24.
20. Grahl, T. Killing of microorganisms by pulsed electric fields. / T. Grahl., and H. Markl. // *Appl. Microbiol Bio technol.* — 1996. — № 45 — P. 148–157.
21. Jung, Y., Pasteurization of milk by pulsed electric fields in a continuous system. / Jung, K.J. Shin., J.K. Ha., K.Y. Cho., H.Y. Pyun., and Y. Ryang., // *Book of Abstracts.ICEF.* — 2000. — № 34(2) — P. 155 – 163.
22. Pothakamury, U.R. Inactivation of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* in model foods by pulsed electric field technology. / U.R. Pothakamury., A.Monsalve-Gonz'alez., G.V. Barbosa - C'novas., and B.G. Swanson. // *Food Res. Int.* — 1995a. — №28 — P. 167–171.
23. Bozhkov. A.I. Reaktsiya immunnykh sistem kryis raznogo vozrasta na sderzhivayuschie rost diety / A. I. Bozhkov, E. M. Klimova, Yu. V. Dmitriev, V. L. Dlubovskaya // *Probl. stareniya i dolgoletiya.* — 2006. — №2. — S. 93 –103.
24. Boyko N.I., Deystvie nanosekundnykh impulsiv elektricheskogo polya s napryazhennostyami bolee 1 kV/sm na mikroorganizmy v razlichnykh sredah / N.I. Boyko., A.A. Boyko., I.M. Dzhafarov. // *Vestnik HGPU.* — 1998. — №.21. — S. 134-139.
25. Wouters P. C., Inactivation of microorganisms with pulsed electric fields: Potential for food preservation. /



P.C. Wouters., J.P. Smelt. // *Food Biotechnology*. – 1997. — Vol.11, №3. — P.193-229.

26. Vega-Mercado O., *Non-thermal food preservation: pulsed electric fields*. / H. Vega-Mercado, O. Martin-Belloso, B.L. Qin, F.J. Chang, M.M. Gongora-Nieto, G.V. Barbosa-Canovas, B.G. Swanson // *Trends in Food Science & Technology*. – 1997. – Vol.8, May. – P.151-157.

27. Qin, B.L. *Food pasteurization using high-intensity pulsed electric fields*. / B.L. Qin., U.R. Pothakamury., H. Vega-Mercado., O.M. Mart'in-Belloso., G.V. Barbosa-C'anvas., and B.G. Swanson. // *Food Technol.* — 1995a. — №12 — P. 55–60.

28. Fernandez-Molina, J.J *Inactivation of L.innocua and P.fluorescens in skim milk treated with PEF*. / J.J. Fernandez-Molina, E. Barkstrom., P. Torstenson., G.V. Barbosa-C'anvas., and B.G. Swanson. // *In: Pulsed Electric Fields // in Food Processing*. — 2001b. — №14 — P. 55–60.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ НА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Аннотация: современный рынок пищевых продуктов характеризуется все большим разнообразием и конкурентоспособной способностью готовой продукции. Пищевые продукты в свою очередь, очень чувствительны к условиям хранения и транспортировки, поэтому ученые все чаще пытаются найти способы улучшения микробиологических показателей сырья продукции в течение всего технологического цикла и обеспечения срока хранения готовой продукции.

На основании аналитического обзора литературных источников в статье приведены результаты исследований по влиянию электрофизических полей, показаны преимущества над традиционными методами обработки.

Ключевые слова: электрофизические поля, микробиологические показатели, инактивация микроорганизмов.

STUDY IMPACT electro TREATMENT METHODS FOR MICROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF FOOD

Summary: the modern food market characterized by increasing diversity and competitiveness capacity of finished products. Food in turn, very sensitive to storage and transportation, so scientists are increasingly trying to find ways to improve the microbiological production of raw materials throughout the production cycle and ensure the shelf life of the finished product.

Based on an analytical review of the literature in article describes the results of studies on the effects of electro fields shown advantages over traditional methods of treatment.

Keywords: electrical fields microbiological indicators inactivation of microorganisms.