



Всеукраїнський науково-технічний журнал

Ukrainian Scientific & Technical Journal

№1 (96)



2017

Техніка

енергетика

транспорт АПК



ТЕХНІКА, ЕНЕРГЕТИКА, ТРАНСПОРТ АПК

Журнал науково– виробничого та навчального спрямування
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою “Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту”.
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації
КВ № 16644– 5116 ПР від 30.04.2010 р..

Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2017. – 1 (96) – 189 с.

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол № 8 від 23.02.2017 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.

Журнал є друкованим засобом масової інформації, який внесено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Додаток 12 до наказу Міністерства освіти і науки України 16.05.2016 № 515).

Головний редактор

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААНУ, Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

Матвійчук В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Анісімов В.Ф. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Іскович – Лотоцький Р.Д. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Сивак І.О. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Огородніков В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Бурдо О.Г. – д.т.н., проф., академік АНТКУ, Одеська національна академія харчових технологій

Гулько І.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Бандура В.М. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Булгаков В.М. – д.т.н., проф., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Солоня О.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Іванов М.І. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Кондратюк Д.Г. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Любін М.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Пришляк В.М. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Середа Л.П. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Веселовська Н.Р. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Гевко Р.Б. – д.т.н., проф., Тернопільський національний економічний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

Володимир Крочко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Януш Новак – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

Маріан Веселовські – д.т.н., проф., Люблінський природничий університет (м. Люблін, Польща)

Зденко Ткач – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Семенс Івановс – д.т.н., проф., Латвійський аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

Людвікас Шпокас – д.т.н., проф., Університет Олександра Стулгинського (Литва)

Марош Коренко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Ян Франчак – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словачія)

Володимир Юрча – д.т.н., проф., Чеський університет сільського господарства (м. Прага, Чехія)

Гражина Езевська–Вітковська – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)



МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ

*Калетнік Г.М., Адамчук В.В., Булгаков В.М.***СТАН ТА ОСНОВНІ ПЕРСПЕКТИВИ ПІДГОТОВКИ ВИСОКОКВАЛІФІКОВАНИХ ІНЖЕНЕРНИХ ТА НАУКОВИХ КАДРІВ В ГАЛУЗІ АГРОІНЖЕНЕРІЇ.....5***Ігнат'єв Є.І.***ОБГРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ НОВОГО КОМБІНОВАНОГО ГИЧКОЗБИРАЛЬНОГО АГРЕГАТУ.....16***Ільченко В.Ю., Пономаренко Н.О., Журенко Ю.І., Федоров П.М.***ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ КОНСТРУКЦІЇ ПРОСАПНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ І КУЛЬТИВАТОРІВ-ОКУЧНИКІВ ДО ОПЕРАЦІЙ ПЕРІОДИЧНОГО ТА ЩОЗМІННОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ.....22***Котов Б.І., Спірін А.В., Зозуляк О.В.***МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ДРІБНОГО ВОРОХУ ВІБРАЦІЙНО-ПОВІТРЯНИМИ ОЧИСТКАМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ.....26***Кувачов В.П.***ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ШИРОКОКОЛІЙНОГО АГРОЗАСОБУ.....30***Налобина О.О., Ковальчук Р.В., Васильчук Н.В.***КОНЦЕПЦІЯ РОЗВИТКУ КОНОПЛЯРСЬКОЇ ГАЛУЗІ АПК УКРАЇНИ.....37***Паламарчук І.П., Бандура В.М., Кордонський В.А., Кордонський Т.В.***ПІДНІМАЛЬНИЙ ПРИСТІЙ ДО АДАПТОРА ДЛЯ МОТОБЛОКУ “МОТОР СІЧ”.....42***Петриченко Є.А.***РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НОВОГО КОМБІНОВАНОГО МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ.....45***Червінський Л.С., Радько І.П.***РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ КАНАЛІЗАЦІЇ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ШЕРСТИННИМ ПОКРИВОМ В ОРГАНІЗМ ТВАРИНИ.....51***Друкований М.Ф., Янович В.П., Сосновська Л.В.***РОЗРОБКА ВІБРАЦІЙНОГО ДЕЗІНТЕГРАТОРА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ ДОБАВОК ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ.....56**

ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

*Деркач О.Д., Пономаренко Н.О., Яропуд В.М., Волошин С.В.***ПРИСТОСОВАНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ ТРАКТОРА ДО ОПЕРАЦІЙ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ.....60**

ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

*Божко Н.В., Пасічний В.М., Шалда І.С.***ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ СІЧЕНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ З М'ЯСОМ КАЧКИ.....66***Борисов О.О.***ГЕОЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА РИЗИКУ КИСЛОТНО-СОЛЬОВОГО ЗАБРУДНЕННЯ ПРИМАГІСТРАЛЬНИХ ДІЛЯНОК ПЕДОСФЕРИ (НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА).....70***Головач І.В., Дерев'янка Д.А., Дерев'янка О.Д.***ТРАВМУВАННЯ НАСІННЯ ПРИ ПІДСУШУВАННІ ТЕХНІЧНИМИ ЗАСОБАМИ.....78***Друкований М.Ф., Янович В.П., Ольшевська А.І.***ЗАСОБИ АЛГОРИТМІЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РОЗЧИНЕННЯ ЧАСТИНКИ ФОСФАТУ КАЛЬЦІУ В РІДКІЙ БІОМАСІ.....83***Заяць В.Ю., Кофлюк Т.М., Гавула Н.В., Солоний М.В.***ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ЗАДАЧІ СЕПАРУВАННЯ ЗЕРНА ПЕРЕД ПОДАЛЬШОЮ ЙОГО ПЕРЕРОБКОЮ.....88***Котов Б.І., Калініченко Р.А., Курганський О.Д.*



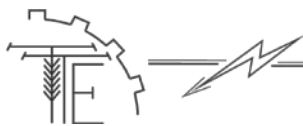
ТЕПЛО І МАСООБМІН ПРИ СУШІННІ І ОХОЛОДЖЕННІ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ У ЩІЛЬНОМУ РУХОМОМУ ШАРІ.....	93
<i>Котов Б.І., Спірін А.В., Зозуляк І.А., Півнюк А.В.</i>	
РОЗРАХУНОК КІНЕТИКИ СУШІННЯ НЕОДНОРІДНИХ РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ.....	96
<i>Кондратюк Д.Г., Дмитренко В.П., Ляшук О.Л.</i>	
ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРУЖИННОГО ГВИНТОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ ЕКСТРУДЕРА.....	100
<i>Паламарчук І.П., Янович В.П., Михальова Ю.О.</i>	
РОЗРОБКА ВІБРОВІДЦЕНТРОВОГО ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИПКИХ СУБСТАНЦІЙ.....	104
<i>Пасічний В.М., Українець А.І., Храпачов О.В., Маринін А.І.</i>	
ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО БАГАТОШАРОВИХ ПАКУВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ М'ЯСОПРОДУКТІВ.....	108
<i>Романчук А.В., Гончарова Н.Г., Кошулько В.С., Сова Н.А.</i>	
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СЕПАРУВАЛЬНИХ МАШИН З ПРИНЦИПОМ ВІБРОФРИКЦІЙНОЇ ТА ВІБРОУДАРНОЇ ДІЇ НА ОБРОБЛЮВАНИЙ МАТЕРІАЛ.....	113
<i>Сабадаш Н.І., Пасічний В.М., Бахмут Ж.О., Рубнікович А.Ю.</i>	
РОЗРОБЛЕННЯ РЕЦЕПТУРИ ЕМУЛЬСІЙНОГО КРЕМУ НА НАТУРАЛЬНІЙ ОСНОВІ З ЛАНОЛІНОМ.....	120
<i>Святненко Р.С., Маринін А.І., Кочубей-Литвиненко О.В.</i>	
ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ НА МІКРОБІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ.....	125
<i>Стаднік М.І., Рубаненко О.О., Римар В.В.</i>	
ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ ЗМІННОГО СТРУМУ ДЛЯ ДИФУЗІЙНОГО АПАРАТУ ЦУКРОВОГО ЗАВОДУ.....	131
<i>Солоний М.В.</i>	
ВИЗНАЧЕННЯ РЕЖИМІВ ОБРОБКИ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ З СОЄЮ В ЕКСТРУДЕРАХ.....	136
<i>Тищенко В.І.</i>	
ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ М'ЯСО-РИБНИХ ФАРШІВ.....	140
<i>Чурсінов Ю.О., Ковальова О.С.</i>	
АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ СОЛОДОВОГО ТА ПИВОВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	144
<i>Янаков В.П.</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ.....	150

ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

<i>Боднар Л.А., Робак М.Г., Головка А.О.</i>	
ТЕПЛОГЕНЕРАТОР ПОТУЖНІСТЮ 100 кВт ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ СОЛОМИ.....	157
<i>Матвійчук В.А., Рубаненко О.О., Явдик В.В.</i>	
АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ МІКРОЕЛЕКТРОМЕРЕЖ І МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ НИМИ.....	162
<i>Стаднік М.І., Рубаненко О.О., Бондаренко С.В.</i>	
ВИБІР ВСТАНОВЛЕНОЇ ПОТУЖНОСТІ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ.....	166

ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО - ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

<i>Гевко Б.М., Клендій В.М., Навроцька Т.Д., Мельничук С.Л.</i>	
МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГНУЧКИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ.....	176
<i>Дячун А.Є., Чвартацький Р.І., Мельничук С.Л., Маруніч О.П.</i>	
ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ ВАНТАЖУ У СЕРЕДНЬОШВИДКІСНОМУ ГВИНТОВОМУ КОНВЕЄРІ-ЗМІШУВАЧІ ІЗ ОСЬОВИМ КОЛИВАННЯМ ШНЕКА.....	181
<i>Пришляк В.М., Грицун А.В., Бабін І.А.</i>	
АНАЛІЗ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ СІНАЖНИХ БАШТ.....	187



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 конкурентною 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 Doeveenspeck, 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, знижується в процесі зберігання (30 діб) на кілька порядків [7].

Маринін А.І. та інші [8], встановили, що після електрогідралічного оброблення сокоотружкової 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 діамagnetизації ліпідних молекул.

В роботі [12] показано, що вплив електричних полів може призводити до дестабілізації комплексів дигідроchoлестеролу 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 4 Гц 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-протейнових 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 умови 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, титрирований 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. Василюв., Гулий 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 електроіскрового ефекту на мікрофлору сокоотружкової 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. Лошицький // *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-González., G.V. Barbosa - Cánovas., and B.G. Swanson. // *Food Res. Int.* — 1995a. — №28 — P. 167–171.
23. Божков. А.И. Реакция иммунной системы крыс разного возраста на содержащую 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'ın-Belloso., G.V. Barbosa-C'анovas., 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'анovas., 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 polei SVCH diapazona voln / *Elektronnaya obrabotka materialov.* — 1981. — №1. — S. 68 71.

5. Shpektor Ya.B. Elektroimpul'snyi metod sterilizatsii pischevykh otdodov / *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 zhyttiedialnist mikroflory pyva / *Ekspres-novyny: nauka, tekhnika, vyrobnytstvo.* -K.: UkrINTEI, — 1998. №1–2. — S. 25 – 26.

8. Dashkovskiy, Iu.O. Vplyv elektrohivradlichnoho efektu na mikrofluor sokostruzhkovoi sumishi / Iu.O. Dashkovskiy, A.I. Marynin., Iu.V. Slyva // *Naukovi pratsi Vinnytskoho derzhavnoho 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 khvyli na aktyvatsiiu fermentatyvnoi diialnosti mikroorhanizmv / 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'анovas., 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. Dzharfarov. // *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. Torstensson., 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.