

УДК 634.23:631.56:537.523.3

## **ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРОННО-ІОННОЇ ТЕХНОЛОГІЇ У ХАРЧОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Степаненко Д.С., к.т.н.

*Мелітопольський державний педагогічний університет  
ім. Б.Хмельницького*

Проскурня Т.О., інж.

Мілаєва В.І., ст. 421 гр., факультет ІКТ

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619)42-04-42

***Анотація*** – робота присвячена визначенню економічної ефективності застосування електронно-іонної технології у харчовій промисловості.

***Ключові слова*** – електротехнологія, методи електронно-іонної технології, економічний ефект.

*Постановка проблеми.* Одним з основних завдань продовольчого забезпечення країни є зниження втрат харчової сировини. В галузі переробки харчової сировини багато невикористаних можливостей, які могли б послужити додатковими резервами одержання продовольства. Ці резерви пов'язані з усуненням або зменшенням таких негативних явищ, що виникають при переробці, як втрата маси, порівняно низький вихід готової продукції, зниження її біологічної цінності й ін. Однак реалізувати ці можливості на основі традиційних методів обробки надзвичайно важко, тому що ці методи у своєму розвитку наблизилися до природної межі досконалості.

Одним з найбільш ефективних і можливих виходів із положення, що склалося, є застосування електротехнології.

Електротехнологія, як показала практика, у порівнянні з існуючими технологіями має ряд переваг: електричне поле впливає безпосередньо на сировину біологічного походження й середовище без проміжної трансформації енергії, що дозволяє проводити тонке регулювання процесів; спрощується автоматизація у зв'язку з безінерційністю керування потоком заряджених часток; скорочується споживання енергії; інтенсифікуються тепло- і масообмінні процеси в апаратах і технологічних процесах. Можливості електротехнології

використовуються ще вкрай недостатньо, однак ці можливості останнім часом усе більше усвідомлюються фахівцями різних галузей виробництва, що приводить до розширення області її застосування в промисловості. Універсальність даної технології полягає в тому, що в природі немає таких середовищ і речовин, які б не піддавалися дії зарядів електричного поля й не були б носіями зарядів, тобто не піддавалися б силовому впливу поля. Це робить нову технологію одним з самих універсальних методів використання електроенергії у всіх галузях народного господарства, у тому числі і у харчовій промисловості.

Одним з напрямків електротехнології є електронно-іонна обробка (ЕІО). Електроантисептування харчових продуктів, один з видів ЕІО, який дозволяє зберігати їхню якість при холодильній обробці й зберіганні. Перші дослідження зі знищення бактерій постійним електричним струмом були здійснені ще в 1887 р. Кохом і Мендельсоном [7].

Реальність розвитку цього напрямку підкріплюється тенденцією зміни структури енергетичного балансу. Згодом більша перевага буде віддаватися саме електричній енергії. У цьому випадку електротехнологія, мабуть, здатна вивести багато традиційних процесів з еволюційного тупику [1, 9].

Економічна ефективність процесів ЕІТ залежить від досконалості конструкцій пристроїв, апаратів, автоматичних ліній і цілих комплексів. Тут необхідно враховувати їхню продуктивність, ступінь безперервності й ККД їхньої роботи, надійність, ремонтпридатність і т.п. Важливу роль у підвищенні економічної ефективності апаратів ЕІТ є зниження їхньої матеріалоемності, підвищення ступеня уніфікації й автоматизації, а також поліпшення ергономічних характеристик і показників технічної естетики.

Оскільки в основі ЕІТ (електронно-іонної технології) закладені принципово нові можливості, то висока економічна ефективність досягається при найменших витратах. У масштабах нашої країни впровадженням процесу електроантисептування можна отримати значний економічний ефект [3, 4, 5, 6, 10].

Тому питання визначення економічної ефективності застосування методів ЕІТ на сьогодні є актуальним.

*Аналіз останніх досліджень.* Проведені дослідження дозволили перейти до рішення проблеми розширення областей застосування ЕІТ у народному господарстві й сформулювати рекомендації з розробки проекту народногосподарського плану з рішення цієї проблеми.

При оцінці економічної ефективності застосування ЕІТ у харчовій промисловості варто розроблювати науково-технічний прогноз галузей її застосування.

Методи науково-технічного прогнозування, застосовувані в у вітчизняній і закордонній практиці, засновані на вивченні й обробці науково-технічної й патентної літератури, результатів техніко-економічного аналізу винаходів, даних про сучасний рівень науково-технічних розробок.

Найбільшу цінність для прогнозування процесів ЕІТ має метод експертних оцінок у поєднанні з методами математичної статистики, а також використання методів аналізу винаходів.

Крім того, при прогнозуванні досліджується рівень науково-технічних розробок і тенденцій їхнього розвитку, а також якісно-кількісний аналіз динаміки видачі патентів.

Для якісної оцінки розвитку теоретичних і практичних робіт з ЕІТ може служити наукометричний метод прогнозування, заснований на визначенні ефективності й взаємопроникненні наук. Науково-технічний прогноз перспективних галузей застосування ЕІТ, розроблений В. В. Григор'євим, показує, що при збільшенні чисельності науковців відбувається найбільш економічне і швидке зростання питомої ваги застосування ЕІТ у народному господарстві [3].

Можна навести багато прикладів застосування методів ЕІТ. Процес електростимуляції біологічних процесів відкриває широкі можливості в інтенсифікації процесів, які протікають повільно, таких, як проростання ячменю у виробництві солоду, у результаті чого з'являється реальна можливість не тільки прискорити цей процес у 2 рази, але й збільшити вихід екстрактивних речовин на 30% з одночасним поліпшенням якості пива [3,5].

Застосування процесу електроантисептування очищеної картоплі, що може зберігатися при кімнатній температурі у свіжому вигляді протягом 10 та більше діб. Це дозволяє забезпечити населення очищеною картоплею в розфасованому вигляді й вирішити проблему утилізації очисток, які в дійсний час практично не використовуються. При цьому з очисток картоплі можна отримати від 2,5 до 5 млн. т крохмалю з розрахунку споживання картоплі в нашій країні від 50 до 100 млн. т на рік. Якщо вважати мінімальну кількість картоплі, що населення очищує вручну й можливу утилізацію очисток, то вартість отриманого крохмалю складе 1 млрд. грн., тобто з тої ж кількості картоплі можна отримати додатково не менш 2,5 млн. т коштовного харчового продукту, не використовуючи для цієї мети товарної картоплі. Відомо, що машинний спосіб очищення картоплі продуктивніше ручного. Для ручного очищення 1 т картоплі потрібно затратити 60 люд.-год, а на очищення 50 млн. т необхідно 60000 робітників з фондом заробітної плати в 70 млн. грн. на рік. Цю малопродуктивну роботу в домашніх умовах виконує населення. Тут

застосування ЕІТ зв'язане також з рішенням соціальної проблеми побуту, поліпшення системи постачання напівфабрикатами й т.п. [8].

Через недосконалість способу зберігання цукрового буряка в кагатах зміст у ньому цукру зменшується на 3-8%. У нашій країні переробляється близько 70 млн. т цукрового буряка в рік із змістом цукру, в середньому 17%. Теоретичний вихід цукру повинен скласти 11,9 млн. т, при втратах 3% це становить 3,48 млн. т цукру на 2,784 млн. грн. При застосуванні процесу електроантисептування може й не бути цих втрат і народне господарство отримує не тільки прибуток, але й додаткову кількість коштовного харчового продукту з тієї ж кількості вихідної сировини [2].

Встановлено, що в процесі електроантисептування досягається повна стерилізація харчових продуктів, а це може докорінно змінити технологію консервування, виключити автоклавну стерилізацію, разом з нею непродуктивну витрату теплової енергії, а головне - поліпшити якість консервів, оскільки при нагріванні харчових продуктів разом із знищенням мікробів губляться живильні й смакові якості консервів. Тут може бути й таке рішення, коли на початку продукт піддають електроантисептуванню, а потім при меншій експозиції він обробляється у тих же автоклавах або із застосуванням більш досконалих способів термообробки.

В існуючих технологічних процесах харчової промисловості застосовуються різні машини, апарати й пристрої основного й допоміжного призначення. Однак вся ця розмаїтість технологічного устаткування належить до певних груп за ознакою виконуваних ними технологічних операцій.

В електронно-іонній технології одні й ті самі пристрої застосовуються в різних галузях харчової промисловості, наприклад, у процесах, пов'язаних з розділенням різних речовин на фази й компоненти, застосовуються електророзподілювачі, тобто електрофільтри, електросепаратори, електрокласифікатори, електро-знепилювачі, електрозневоднювачі й т.п., у яких під дією електричних полів відбувається розподіл сумішей на їхні складові частини.

Ці апарати застосовуються, наприклад, для очищення й сортування зерна, крупи, борошна, у борошномельній, хлібопекарській, кондитерській, консервній, крахмало-патоковій промисловості, відділення ядра від лузги у виробництві рослинного масла, розподілу цукрового піску по крупності кристалів у виробництві цукру. Електрофільтри можуть бути застосовані для очищення повітря й газів від пилу й інших небажаних домішок практично у всіх галузях харчової промисловості [3, 4, 5, 6, 8, 10].

Галузь застосування електротехнології швидко розширюються й наведені напрямки служать лише прикладом широких можливостей використання електрофізичних методів

Не слід вважати, що у всіх випадках процеси ЕІТ є єдиними технічно й економічно доцільними. Існують інші конкуруючі методи, які в тих або інших конкретних умовах можуть виявитися більш вигідними.

У деяких випадках поєднання декількох прогресивних методів можуть виявитися оптимальнішими. Наприклад, процес електрокопчення риби в порівнянні із звичайним копченням протікає в кілька разів швидше, однак при цьому економічна ефективність не досягається тому, що супутній процес підсушування риби димовими газами є тривалим. Поєднання процесів електрокопчення з інфрачервоним або високочастотним нагріванням інтенсифікує весь технологічний процес, у результаті досягається значна економічна ефективність за рахунок поліпшення якості готової продукції, скорочення енергетичних і матеріальних витрат [3].

При визначенні економічної ефективності застосування ЕІТ у харчовій промисловості варто враховувати цілий ряд факторів. Необхідно досліджувати базис сучасних науково - технічних знань про процеси ЕІТ, їхню роль у виробництві харчових продуктів, зібрати інформацію про стан робіт з ЕІТ, вивчити галузі її застосування в минулому, сьогодні й майбутньому. Ця галузь для економічної науки залишається незасвоєною.

Очевидно, що оцінка економічної ефективності застосування електронно-іонної технології в харчовій промисловості повинна розглядатися з урахуванням організації й керування виробничими процесами.

*Формулювання цілей статті.* Обов'язковою умовою розрахунку економічної ефективності є народногосподарський ефект від її впровадження. Тому ціллю нашої роботи є визначення методики розрахунку економічної ефективності застосування методів ЕІТ у харчовій промисловості за різних умов.

*Основна частина.* При проведенні розрахунків економічної ефективності застосування методів ЕІТ у промисловості необхідно враховувати ефект як у виготовлювачів об'єктів ЕІТ, так і в його споживачів, а при необхідності й у суміжних галузях народного господарства. Слід зазначити, що деякі процеси ЕІТ можуть забезпечувати досягнення соціальних, науково-технічних, політичних і інших спеціальних цілей розвитку народного господарства, які оцінюються неекономічними критеріями, наприклад, поліпшенням умов праці, зниженням професійних захворювань і т.п.

Доцільність створення й впровадження процесів ЕІТ і пристроїв для їхнього здійснення визначаються на основі розрахунку економічного ефекту. Критерієм при виборі найкращого варіанту при плануванні й впровадженні ЕІТ приймають максимальний річний економічний ефект.

Показниками, що доповнюють розрахунок, є собівартість продукції, питома капіталоємність, матеріалоємність і трудомісткість.

Встановлено, що в масштабах нашої країни при впровадженні процесу електроантисептування можна отримати значну економічну ефективність. Дані, отримані від підприємств, що використовують апарати ЕІТ у виробництві, підтверджують отриманий ними економічний ефект до 4500 тис. грн.[7, 8]

Простота та дешевизна обладнання, технологічність, можливість повної автоматизації, відсутність суттєвих обмежень при комплексному використанні з іншими методами, а також низька енергоємність застосовуваного обладнання (0,4...0,6 кВт·год. на 1 тону продукції) є практичними перевагами даної технології. Електронно-іонна технологія може бути застосована у існуючих сховищах без їх капітальної перебудови, що значно знизить капіталовкладення при новому будівництві [3].

Перелічені переваги дозволяють прискорити виробничі процеси та відкривають широкі можливості для перетворення вихідної сировини у готову продукцію самим коротким шляхом з мінімальними витратами і поліпшенням якості харчових продуктів.

Розглянемо розрахунок річного економічного ефекту при використанні методів ЕІТ [3]:

#### 1. За різних умов.

Основою розрахунку річного економічного ефекту є порівняння наведених витрат як при виробництві, так і при експлуатації або споживанні продуктів по базовій і новій електронно-іонній технології.

У цих випадках наведені витрати розраховують по відомій формулі:

$$E_{np} = C + E_n \cdot K_y,$$

де  $E_{np}$  - наведені витрати у виробництві на випуск одиниці продукції у відповідному році або наведені витрати в застосуванні (експлуатації), що доводяться на одиницю продукції у відповідному році планованого періоду її випуску, грн.;

$C$  - собівартість одиниці продукції на той же рік виробництва або експлуатації, грн.;

$K_y$  - питомі капітальні вкладення в тому ж році, грн.;

$E_n$  - коефіцієнт ефективності.

## 2. Втілення процесів ЕІТ забезпечує однаковий випуск продукції.

Коли впровадження процесів ЕІТ забезпечує однаковий випуск продукції, розрахунок річного ефекту ведуть по формулі:

$$E_p = [(C_1 + E_n K_1) - (C_2 + E_n K_2)] \cdot A,$$

де  $(C_1 + E_n K_1)$  - приведені витрати по базовому замінному варіанті, грн.;

$(C_2 + E_n K_2)$  - приведені витрати з використанням об'єкта ЕІТ;

$A$  - річний об'єм продукції в натуральних одиницях.

## 3. Результат втілення ЕІТ на харчових виробництвах забезпечує підвищення об'єму продукції.

У тих випадках, коли в результаті впровадження ЕІТ на харчових підприємствах об'єм продукції підвищується, економічний ефект варто розраховувати після приведення до тотожності по об'ємах продукції, яка випускається. Приведення до тотожності здійснюється шляхом додатку до витрат базового варіанта необхідних витрат для випуску додаткової продукції. Розрахунок роблять по формулі:

$$E_2 = [C_1 + E_n K_1] \cdot A_1 + (C_d + E_n K_d) \cdot A_d - (C_2 + E_n K_2) \cdot A_2,$$

де  $(C_1 + E_n K_1)$  - приведені витрати на випуск одиниці продукції в колишніх умовах її виробництва, грн.;

$(C_2 + E_n K_2)$  - приведені витрати на виробництво одиниці продукції із застосуванням ЕІТ;

$(C_d + E_n K_d)$  - приведені витрати на виробництво одиниці продукції додаткового об'єму, грн.;

$A_1, A_2$  - обсяги виробництва відповідно в колишні й у нових умовах у натуральних одиницях;

$A_d$  - додатковий об'єм ( $A_d = A_2 - A_1$ ) у натуральних одиницях.

Про ступінь економічної ефективності ЕІТ судять за відносними показниками, тобто відношенню приведених витрат до об'єму продукції. Величина цих показників визначається приведеними витратами на 1 грн. продукції й обчислюється по формулі:

$$E_3 = \frac{C + E_n \cdot K}{Ц},$$

де  $C + E_n \cdot K$  - приведені витрати на виробництво продукції, грн.;

$Ц$  - ціна одиниці продукції, грн.

У цих випадках, чим менша величина приведених витрат на 1 грн., тим вища ступінь ефективності ЕІТ. Основні показники ефекту й ефективності будуть визначатися показниками економії від зниження собівартості продукції в результаті впровадження ЕІТ і строками окупності капітальних витрат, необхідних для впровадження ЕІТ:

$$E = П_1 - П_2$$

де  $П_1$  - приведені витрати по базовому варіанту;

$П_2$  - приведені витрати по впровадженню ЕІТ.

*Висновки.* Таким чином, при визначенні економічної ефективності застосування ЕІТ у харчовій промисловості враховується цілий ряд факторів: результати досліджень базису сучасних науково - технічних знань про процеси ЕІТ, їхню роль у виробництві харчових продуктів, інформацію про стан робіт з ЕІТ, результати вивчення галузі застосування ЕІТ в минулому, сьогоденні й майбутньому.

Доцільність створення й впровадження процесів ЕІТ і пристроїв для їхнього здійснення визначаються на основі розрахунку економічного ефекту.

Методика розрахунку річного економічного ефекту при використанні методів ЕІТ залежить від умов і результатів їх втілення.

Література.

1. *Бабакин Б.С.* Электротехнология в холодильной промышленности - М.: Агропромиздат, 1990. - 208 с.
2. *Балан, И.Г. Чумак, В.Г. Картофяну, Иукурдзе Э.Ж.* Виды и характер потерь плодоовощной продукции при хранении// Холодильщик. Интернет-выпуск.-2007.-№2(26).
3. *Бут А.И.* Применение электронно-ионной технологии в пищевой промышленности . – М.: Пищевая промышленность, 1977.- 87 с.
4. *Голованов Л.В.* Аэроионификация – проблема народнохозяйственная.
5. *Лившиц М.Н.* Аэроионификация. Практическое применение.- М.: Стройиздат, 1990.- 168 с.
6. *Попков В.И., Левитов В.И., Бут А.И.* Электронная технология. М., 1962.- 48 с.



7. *Рогов И.А., Бабакин Б.С., Выгодин В.А.* Электрофизические методы в холодильной технике и технологии // Холодильщик. Интернет-выпуск.-2006.-№1(13).
8. *Рогов И.А.* Электрофизические методы обработки пищевых продуктов - М.: Агропромиздат, 1988. - 272 с.
9. Холодильные установки /*Чумак И.Г., Чепуренко В.П., Ларьяновский С.Ю. и др./Под. ред. И.Г. Чумака.* - 3-е изд., перераб. и доп. - М.:Агропромиздат, 1991. - 495 с.
10. *Чижевский А.Л.* Аэроионизация в народном хозяйстве.- М.:Госпланиздат, 1960.-758 с.

**DETERMINATION OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF  
APPLICATION OF THE ELECTRON-IONIC TECHNOLOGY IN  
THE FOOD-PROCESSING INDUSTRY**

Stepanenko D.S., Proscornya T.O., Milayeva V. I.

*The summary* – A paper considers determination of the economic efficiency of application of the electron-ionic technology in the food-processing industry.