http://doi.org/10.35668/2520-6524-2024-4-13
УДК 582.232:614.31:633.86

С. М. ІЩЕНКО, доктор філософії PhD, доц.
М. Д. СЛІНЧАК, студент

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ХАРЧОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ: ПРИКЛАДИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ

Резюме. *Енергоефективні технології є ключовим фактором у забезпеченні стійкого розвитку харчової промисловості. В умовах зростання цін на енергоресурси та посилення екологічних вимог, впровадження енергоефективних рішень стає необхідністю для підприємств галузі. У статті розглянуто ключові енергоефективні технології, які можуть бути застосовані в харчовому виробництві, зокрема індукційний нагрів, теплові насоси та системи рекуперації енергії. Приклади впровадження цих технологій на таких українських підприємствах, як компанії "Рошен", "Галичина" та "Миронівський хлібопродукт", демонструють їхню ефективність у зниженні енергоспоживання та підвищенні продуктивності. Так, упровадження індукційних печей на кондитерській фабриці "Рошен" дало змогу зменшити енергоспоживання на 15 %, а встановлення теплових насосів на молокозаводі "Галичина" сприяло зниженню витрат на енергоресурси на 20 %.*
Аналіз використаних публікацій показує, що сучасні наукові дослідження активно підтримують необхідність переходу до енергоефективних технологій у харчовій промисловості. Впровадження енергоефективних технологій не лише знижує витрати на енергоресурси, а і сприяє зменшенню викидів парникових газів, що має позитивний вплив на довкілля. Для успішної адаптації західних технологій до українських умов необхідно активізувати наукові дослідження та підтримувати інноваційні проєкти в цій галузі.
У сучасному світі, де енергоносії стають дедалі дорожчими, а екологічні виклики вимагають термінових рішень, питання енергоефективності стає надзвичайно актуальним. Особливо це стосується харчової промисловості, яка є одним із найбільших споживачів енергії. Використання енергоефективних технологій у харчовому виробництві не лише зменшує витрати на енергоресурси, а й сприяє зниженню викидів парникових газів, що позитивно впливає на довкілля.

Ключові слова: *енергоефективні технології, харчова промисловість, індукційний нагрів, теплові насоси, системи рекуперації енергії, зниження енергоспоживання, екологічна стійкість, відновлювані джерела енергії.*

ВСТУП

Енергоефективність у харчовій промисловості оптимізує використання енергетичних ресурсів на всіх етапах виробничого циклу. Це передбачає впровадження сучасних технологій для зменшення втрат тепла, поліпшення теплоізоляції, використання відновлюваних джерел енергії та інтеграцію енергоощадних систем. У рамках глобальних ініціатив зі скорочення викидів CO_2, харчова промисловість може значно скоротити свій вуглецевий слід завдяки впровадженню інноваційних енергозберігаючих рішень.

Одним із ключових напрямів підвищення енергоефективності є модернізація обладнання та оптимізація технологічних процесів. Сучасні харчові підприємства активно впроваджують ищити продуктивність, а й зменшити енерговитрати. Важливим аспектом також є підвищення обізнаності персоналу щодо значення енергоефективності та навчання новітнім методам енергозбереження [2].

Енергоефективні практики сприяють економічному зростанню підприємств, оскільки зниження витрат на енергоресурси дозволяє перенаправити кошти на розвиток інновацій, підвищення якості продукції та розширення ринків збуту. Таким чином, енергоефективність стає не лише засобом екологічної відповідальності, а й важливим фактором конкурентоспроможності харчової промисловості.

Мета цього дослідження полягає в аналізі та оцінці ефективності впровадження енергоефективних технологій у харчовому виробництві. Автори вважають, що необхідно розглянути сучасні технологічні рішення, їхні переваги та недоліки, а також визначити потенціал впровадження цих технологій на українських підприємствах.

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАНИХ ПУБЛІКАЦІЙ

Аналіз літератури показує, що питання енергоефективності в харчовому виробництві є актуальною темою досліджень серед вчених і практиків із різних країн. Зокрема, Л. Ю. Авдєєва [1]

у своєму дослідженні описує реалізацію принципу дискретно-імпульсного введення енергії під час створення нанотехнологій для харчової промисловості Це підтверджує значний потенціал енергозбереження в харчовій промисловості, що має безпосередній вплив на зниження виробничих витрат і підвищення конкурентоспроможності підприємств. Енергоефективність стає ключовим елементом стратегій розвитку багатьох компаній, що прагнуть до сталого розвитку та екологічної відповідальності.

Інші дослідження, зокрема праці І. В. Безбах, та Є. В. Латанського, підкреслюють важливість енергоефективних апаратів для термообробки та сушіння в'язких і дисперсних харчових продуктів [2].

Дослідження місцевих науковців також роблять вагомий внесок у розуміння специфіки енергоефективності в умовах українського ринку. Наприклад, дослідження В. А. Домарецького, П. Л. Шиян, А. М. Куц, Р. Г. Кириленко [4] присвячені дослідженню ефективних методів скорочення енергетичних і ресурсних витрат у процесі виробництва біоетанолу. Увагу в цих дослідженнях приділено способам підвищення енергоефективності, зменшенню використання природних ресурсів (наприклад, води та сировини), а також оптимізації технологічних процесів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Однією з найбільш перспективних енергоефективних технологій у харчовому виробництві є використання індукційного нагріву. Індукційний нагрів засновано на принципі електромагнітної індукції, що дозволяє генерувати тепло безпосередньо в матеріалі, який нагрівається. Це суттєво зменшує втрати тепла, оскільки нагрів здійснюється безпосередньо в продукті або його контейнері. Такий підхід дає змогу досягати високої швидкості нагріву, що є особливо важливим для процесів, де критичною є рівномірність та швидкість термічної обробки. У харчовій промисловості індукційний нагрів знаходить широке застосування, зокрема у виробництві хлібобулочних виробів. Такі традиційні методи нагріву, як конвекційні печі, часто мають проблеми з нерівномірним прогрівом тіста, що може призводити до нерівномірного випікання. Натомість індукційний нагрів забезпечує рівномірний розподіл тепла по всьому об'єму тіста, що сприяє більш якісному випіканню та зменшенню часу термічної обробки. Це дозволяє знижувати енергоспоживання, а також є важливим фактором для підвищення економічної ефективності виробництва [4].

Дослідження підтверджують, що впровадження індукційного нагріву у виробництво хлібобулочних виробів може зменшити енергоспоживання на 15–25 % в порівнянні з традиційними методами. Окрім того, завдяки швидшому нагріву продуктів, можливе скорочення виробничого циклу, що позитивно впливає на продуктивність підприємств. Зниження часу випікання також сприяє зменшенню втрат вологи в готових виробах, що покращує їхню якість та продовжує термін зберігання. Індукційний нагрів має потенціал для застосування в інших галузях харчової промисловості, з-поміж яких приготування м'ясних продуктів, пастеризація рідин та обробка овочів. Використання цієї технології може не лише підвищити ефективність виробничих процесів, а й сприяти зменшенню екологічного навантаження за рахунок зниження викидів вуглекислого газу та інших забруднюючих речовин. Таким чином, індукційний нагрів є перспективним напрямом розвитку енергоефективних технологій у харчовій промисловості, що сприяє сталому розвитку та підвищенню конкурентоспроможності підприємств [1].

Впровадження теплових насосів у харчовому виробництві є ще одним важливим напрямом підвищення енергоефективності. Теплові насоси дають змогу ефективно утилізувати відпрацьоване тепло, що виникає під час різних технологічних процесів, і повторно використовувати його для інших потреб виробництва. Це не лише знижує загальне енергоспоживання, а й сприяє більш раціональному використанню енергетичних ресурсів, що є ключовим аспектом сталого розвитку промисловості [4].

У молочному виробництві теплові насоси можуть бути використані для підігріву води, що використовується для пастеризації молока. Пастеризація є важливим етапом виробничого процесу, що забезпечує знищення шкідливих мікроорганізмів і продовжує термін зберігання молочних продуктів. Використання теплових насосів для підігріву води дозволяє значно зменшити витрати на енергоносії, оскільки тепло, що вивільняється під час охолодження молока або інших процесів, може бути ефективно перероблене та використане повторно. Згідно з даними досліджень, впровадження теплових насосів у молочних підприємствах дає змогу знизити енергоспоживання на 30–40 % у порівнянні з традиційними методами нагріву води. Це не лише сприяє зменшенню виробничих витрат, а й має позитивний вплив на навколишнє середовище за рахунок зниження викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин. Окрім того, використання теплових насосів сприяє стабільності температурного режиму у вироб-

ничих процесах, що підвищує якість кінцевої [3]. Теплові насоси можуть бути інтегровані не лише в молочне виробництво, а й у інші галузі харчової промисловості, зокрема йдеться про виробництво напоїв, м'ясну промисловість та обробку овочів. Наприклад, у виробництві напоїв вони можуть використовуватися для охолодження готової продукції та одночасного нагріву води для наступних процесів. У м'ясній промисловості теплові насоси допомагають утилізувати тепло від процесів охолодження та заморожування, а в обробці овочів — для підтримки оптимальних умов зберігання.

Таким чином, впровадження теплових насосів у харчовому виробництві є ефективним засобом підвищення енергоефективності та зниження витрат. Ця технологія допомагає оптимізувати використання енергетичних ресурсів, зменшити екологічний вплив виробництва та підвищити конкурентоспроможність підприємств на ринку. Інтеграція теплових насосів у виробничі процеси є важливим кроком на шляху до сталого розвитку харчової промисловості.

Система рекуперації енергії є ефективним засобом зниження енергоспоживання в харчовому виробництві завдяки утилізації тепла від відпрацьованих газів або рідин. Ці системи дозволяють повторно використовувати тепло, що вивільняється під час різних технологічних процесів, для інших потреб виробництва. Це сприяє не лише зменшенню витрат на енергоносії, а й підвищенню загальної ефективності виробництва. У м'ясопереробній промисловості система рекуперації енергії може бути використана для підігріву води, що використовується для миття обладнання. Процеси обробки м'яса супроводжуються значним виділенням тепла, яке може бути ефективно використане для інших цілей. Використання рекуперaційних систем дозволяє знижувати енергетичні витрати, забезпечуючи необхідний рівень гігієни та санітарії без додаткових витрат на підігрів води. Це є особливо важливим для м'ясопереробних підприємств, де миття обладнання та підтримка чистоти є критично важливими аспектами виробничого процесу.

Дослідження підтверджують, що впровадження систем рекуперації енергії в м'ясопереробній промисловості постає ефективним заходом для зниження енергоспоживання та покращення екологічної стійкості виробництва. Системи рекуперації енергії дають змогу відновлювати теплову енергію, яка раніше втрачалася під час технологічних процесів, і перетворювати її на корисну форму для використання в інших частинах виробництва. Згідно з даними досліджень, такі системи можуть забезпечити зниження енергоспоживання на 20–30 %, що є значним фактором економії енергоресурсів і зниження витрат на виробництво. Окрім того, впровадження систем рекуперації енергії має значний екологічний виграш. Зменшення споживання енергії сприяє зменшенню викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин, що приводить до зниження негативного впливу на довкілля. Це особливо актуально в контексті сучасних вимог до екологічної безпеки та сталого розвитку підприємств. Однією з переваг систем рекуперації енергії є їхня універсальність та можливість адаптації до різних виробничих умов. Вони можуть бути інтегровані в чинні технологічні процеси м'ясопереробних заводів без суттєвих модифікацій, що робить їх привабливим рішенням для підприємств, які прагнуть знижувати витрати на енергоресурси та підвищувати свою екологічну відповідальність.

Окрім м'ясопереробної промисловості, системи рекуперації енергії можуть знайти застосування в інших галузях харчового виробництва, таких, як молочна промисловість, виробництво напоїв і хлібобулочних виробів. Наприклад, у молочному виробництві вони можуть бути використані для підігріву води, що необхідна для очищення обладнання чи пастеризації молока. У виробництві напоїв системи рекуперації енергії можуть бути використані для підігріву води для технологічних процесів або для підтримки необхідного температурного режиму. Таким чином, впровадження систем рекуперації енергії в харчовому виробництві є важливим кроком до підвищення енергоефективності та зниження витрат. Ці системи допомагають оптимізувати використання енергетичних ресурсів, зменшити екологічний вплив виробництва та підвищити конкурентоспроможність підприємств. Інтеграція рекуперaційних систем у виробничі процеси сприяє сталому розвитку харчової промисловості, забезпечуючи економічні та екологічні переваги.

Компанія "Рошен" визнана одним із ключових учасників кондитерського ринку України та за її межами. Вона активно впроваджує інноваційні технології для підвищення продуктивності та зниження енергоспоживання. У відповідь на сучасні виклики стосовно енергоефективності, останніми роками компанія інтегрувала індукційні печі на своїх виробничих фабриках.

Індукційні печі мають численні переваги в порівнянні з традиційними системами нагріву, зокрема вони значно зменшують втрати тепла та забезпечують точний і рівномірний розподіл тепла в матеріалі. Впровадження цієї технології дозволило компанії "Рошен" досягти зниження

енергоспоживання на 15 %, що відображає високу ефективність індукційного нагріву в умовах виробництва кондитерських виробів. Це досягнення сприяло значним економічним вигодам, зниженню витрат на енергоносії та підвищенню загальної продуктивності виробництва. Окрім того, зменшення енергоспоживання завдяки індукційним печам призвело до значного зниження викидів парникових газів, що є важливим кроком у напрямі досягнення екологічної стійкості та збереження довкілля. Таким чином, інтеграція індукційних технологій стала не лише стратегічним кроком у напрямку підвищення конкурентоспроможності "Рошену", а й підтвердила його зобов'язання до сталого виробництва та збереження ресурсів планети.

Окрім економічних та екологічних переваг, впровадження індукційних печей мало значний вплив на якість продукції. Завдяки рівномірному та точному контролю температури, який забезпечують індукційні печі, вдалося покращити якість випікання кондитерських виробів. Продукти отримують рівномірне пропікання, що впливає на їхню текстуру, смак і зовнішній вигляд. Це допомагає компанії "Рошен" підтримувати високий рівень якості власної продукції, що є ключовим фактором конкурентоспроможності на ринку кондитерських виробів. "Рошен" демонструє приклад успішного впровадження сучасних енергоефективних технологій у виробничі процеси. Досвід цієї компанії може бути корисним для інших виробників, які прагнуть підвищити енергоефективність та якість своєї продукції. Використання індукційних печей постає перспективним напрямом розвитку для харчової промисловості, що сприяє досягненню сталого розвитку та зниженню екологічного впливу. Таким чином, "Рошен" не лише покращує свої виробничі процеси, а й робить вагомий внесок у розвиток інноваційних технологій в Україні.

Молокозавод "Галичина" — один із провідних виробників молочних продуктів в Україні, що також відомий своєю орієнтацією на високу якість продукції та інноваційними підходами у виробничих процесах. Одним із таких інноваційних кроків стало впровадження теплових насосів, що дало змогу суттєво знизити витрати на енергоресурси. Теплові насоси використовують відпрацьоване тепло, яке утворюється під час різних технологічних процесів, і перетворюють його на корисну енергію для підігріву води та інших потреб виробництва. Встановлення теплових насосів на молокозаводі "Галичина" призвело до зниження витрат на енергоресурси на 20 %. Це стало можливим завдяки високій ефективності теплових насосів, які здатні переробляти відпрацьоване тепло та використовувати його повторно. Наприклад, тепло, що вивільняється під час охолодження молока, може бути використане для підігріву води, що використовується для пастеризації або очищення обладнання. Це дає змогу зменшити споживання таких традиційних енергоносіїв, як природний газ або електроенергія, що суттєво знижує витрати підприємства.

Окрім економічних вигод, впровадження теплових насосів має також екологічні переваги. Зниження споживання традиційних енергоносіїв сприяє зменшенню викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин. Це є важливим кроком до покращення екологічної ситуації та зменшення впливу виробництва на навколишнє середовище. Молокозавод "Галичина" демонструє, що використання теплових насосів є ефективним способом досягнення екологічної відповідальності та сталого розвитку. Досвід молокозаводу "Галичина" є важливим прикладом для інших підприємств молочної галузі та харчової промисловості загалом. Впровадження теплових насосів може бути адаптоване до різних виробничих умов і технологічних процесів, що робить цю технологію універсальною та перспективною. Інші виробники можуть використати досвід молокозаводу "Галичина" для підвищення енергоефективності своїх виробництв, зниження витрат і покращення екологічних показників. Таким чином, "Галичина" не лише зміцнює свої позиції на ринку, а й сприяє розвитку інноваційних та екологічно-орієнтованих технологій в Україні.

М'ясокомбінат "Миронівський хлібопродукт" є одним із провідних вітчизняних підприємств у галузі харчової промисловості, яке активно впроваджує сучасні енергоефективні технології. Одним із найважливіших досягнень підприємства стало впровадження систем рекуперації тепла, що дало змогу значно знизити енергоспоживання та підвищити ефективність виробничих процесів. Системи рекуперації тепла на м'ясокомбінаті "Миронівський хлібопродукт" функціонують за принципом повторного використання теплової енергії, яка утворюється під час технологічних процесів. Ці системи забезпечують повернення тепла, що виділяється в процесі охолодження та інших виробничих операцій, назад у виробничий цикл [6]. Таким чином, тепло, яке раніше втрачалося в навколишнє середовище, тепер використовується для підігріву води, обігріву приміщень та інших технологічних потреб, що значно знижує потребу в додаткових енергетичних ресурсах.

Впровадження систем рекуперації тепла на підприємстві дозволило знизити загальне

енергоспоживання на 10 %. Це досягнення має значний економічний ефект, оскільки зменшення витрат на енергоносії допомагає підприємству економити значні кошти. Ці заощадження можуть бути спрямовані на подальшу модернізацію виробництва, розширення асортименту продукції та підвищення її якості. Окрім економічних переваг, системи рекуперації тепла мають важливе екологічне значення. Зниження енергоспоживання сприяє зменшенню викидів парникових газів, що позитивно впливає на екологічний стан регіону. Це є важливим внеском у глобальні зусилля щодо боротьби зі зміною клімату та підвищення екологічної стійкості харчової промисловості [6]. Таким чином, досвід м'ясокомбінату "Миронівський хлібопродукт" у впровадженні систем рекуперації тепла демонструє, як сучасні енергоефективні технології можуть бути ефективно інтегровані у виробничі процеси для досягнення економічної вигоди та екологічної відповідальності. Це підкреслює важливість інновацій у сучасній харчовій промисловості та їхню роль у забезпеченні стійкого розвитку.

ВИСНОВКИ

Таким чином, дослідження показало, що впровадження енергоефективних технологій у харчовому виробництві відіграє стратегічно важливу роль у контексті забезпечення економічної ефективності та зниження впливу на довкілля. Зокрема сучасні вимоги до підприємств харчової промисловості ставлять перед ними завдання не лише зниження енергоспоживання, а й оптимізації використання ресурсів з урахуванням екологічних критеріїв. Досягнення цих цілей вимагає впровадження провідних технологій, що дозволяють ефективно використовувати енергію та зменшувати викиди шкідливих речовин. Досвід українських і світових лідерів галузі свідчить про значний потенціал енергоефективних рішень у досягненні високих економічних показників і підвищенні конкурентоспроможності. Однак для успішної імплементації таких технологій на українських підприємствах важливо враховувати специфіку місцевих умов, що передбачає не лише технічну адаптацію, а і вдосконалення правової бази та активізацію наукових досліджень у сфері енергоефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Авдєєва Л. Ю.* Реалізація принципу дискретно-імпульсного введення енергії при створенні нанотехнологій для харчової промисловості [Електронний ресурс] / Л. Ю. Авдєєва // Наука та інновації. — 2016. — № 12 (4). — С. 11–15. — Режим доступу: http://surl.li/utrwuh.
2. *Безбах І. В.* Енергоефективні апарати для термообробки та сушіння в'язких і дисперсних харчових продуктів [Електронний ресурс] / І. В. Безбах, Є. В. Латанський // Енергія. Бізнес. Комфорт : матеріали наук.-практ. конф. (Одеса, 19 груд. 2012 р.). — Одеса : ОНАХТ, 2012. — С. 49–50. — Режим доступу: https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9a4eeac1-897e-42a9-94f7-691405ae3bb7/content.
3. *Ветров В. М.* Технологія молочно-білкових напівфабрикатів зі сколотин для виробництва структурованої десертної продукції [Електронний ресурс]: дис. ... канд. техн. наук / В. М. Ветров. — Донецьк : ДонНУЕТ ім. М. Туган-Барановського, 2007. — Режим доступу: http://www.disslib.org/tekhnolohia-molochno-bilkovykh-napivfabrykativ-zi-skolotyn-dlja-vyrobnytstva.html.
4. Ресурсо-енергозбереження при виробництві технічного і паливного біетанолу [Електронний ресурс] / В. А. Домарецький, П. Л. Шиян, А. М. Куц, Р. Г. Кириленко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві: наук.-техн. зб. — Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. — С. 201–205. — Режим доступу: https://dspace.nuft.edu.ua/items/77ebcdd7-8670-4488-bbff-44c66cace7e7.
5. *Романов М. С.* Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості: концептуальний підхід [Електронний ресурс] / М. С. Романов. — Київ, 2019. — 79 с. — Режим доступу: https://dspace.nuft.edu.ua/items/b4554f8f-462a-4eb0-b6db-21803ab354bb.
6. Ресурсозберігаючі технології в харчових і переробних виробництвах [Електронний ресурс]: підручник / Ю. Г. Сухенко, О. О. Серьогін, В. Ю. Сухенко, Н. В. Рябоконь; за ред. проф. О. О. Серьогіна. — Київ : ЦП "КОМПРИНТ", 2016. — 338 с. — Режим доступу: http://surl.li/ptqlyd.

REFERENCES

1. Avdeeva, L. Yu. (2016). Realizatsiia pryntsypu dyskretno-impulsnoho vvedennia enerhii pry stvorenni nanotekhnolohii dlia kharchovoi promyslovosti [Implementation of the discrete-impulse energy input principle in creating nanotechnologies for the food industry]. *Nauka ta innovatsii* [Science and Innovations]. *12* (4), 11–15. Retrieved from: http://surl.li/utrwuh. [in Ukr.].
2. Bezbakh, I. V., & Latanskyi, Ye. V. (2012). Enerhoefektyvni aparaty dlia termoobrobky ta sushinnia viazkykh i dyspersnykh kharchovykh produktiv [Energy-efficient apparatus for thermo-processing and drying of viscous and dispersible food products]. *Enerhiia. Biznes. Komfort* [Energy. Business. Comfort: Scientific and practical materials of Conference (December 19, 2012)]. Odesa, P. 49–50. Retrieved from: https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9a4eeac1-897e-42a9-94f7-691405ae3bb7/content. [in Ukr.].
3. Vetrov, V. M. (2007). Tekhnolohiia molochno-bilkovykh napivfabrykativ zi skolotyn dlia vyrobnytstva strukturovanoi desertnoi produktsii [Technology of dairy-protein semi-finished products from colostrum for the production of structured dessert products]. *PhD thesis.* Donetsk. Retrieved from: http://www.disslib.org/tekhnolohia-molochno-bilkovykh-napivfabrykativ-zi-skolotyn-dlja-vyrobnytstva.html. [in Ukr.].
4. Domaretskyi, V. A., Shyian, P. L., Kuts, A. M., & Kyrylenko, R. H. (2007). Resurso-enerhozberezhennia pry vyrobnytstvi tekhnichnoho i palyvnoho

bietanolu [Resource and energy conservation in the production of technical and fuel bioethanol]. *Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktsii v budivnytstvi* [Modern technologies, materials and structures in construction]. Vinnytsia, P. 201–205. Retrieved from: https://dspace.nuft.edu.ua/items/77ebcdd7-8670-4488-bbff-44c66cace7e7. [in Ukr.].
5. Romanov, M. S. (2019). Synerhetychni osnovy staloho innovatsiinoho rozvytku kharchovoi promyslovosti: kontseptualnyi pidkhid [Synergetic foundations of sustainable innovative development of the food industry: a conceptual approach]. Kyiv, 79 p. Retrieved from: https://dspace.nuft.edu.ua/items/b4554f8f-462a-4eb0-b6db-21803ab354bb. [in Ukr.].
6. Sukhenko, Yu. H., Serhihin, O. O., Sukhenko, V. Yu., & Riabokon, N. V.; Serhihin, O. O. (Ed.). (2016). Resursozberihaiuchi tekhnolohii v kharchovykh i pererobnykh vyrobnytstvakh [Resource-saving technologies in food and processing industries]. Kyiv, 338 p. Retrieved from: http://surl.li/ptqlyd. [in Ukr.].

S. M. ISHCHENKO, PhD, Associate Professor
M. D. SLINCHAK, Student

ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES IN FOOD PRODUCTION: EXAMPLES AND IMPLEMENTATION

Abstract. *Energy-efficient technologies are a key factor in ensuring the sustainable development of the food industry. With rising energy costs and increasing environmental regulations, the implementation of energy-efficient solutions is becoming a necessity for the industry. This article examines the main energy-efficient technologies that can be applied in food production, such as induction heating, heat pumps, and energy recovery systems. Examples of the implementation of these technologies at Ukrainian enterprises, such as the companies "Roshen", "Galychyna", and "Myronivsky Hliboproduct", demonstrate their effectiveness in reducing energy consumption and increasing productivity. Specifically, the introduction of induction ovens at Roshen factories has reduced energy consumption by 15 %, and the installation of heat pumps at the Galychyna dairy plant has reduced energy costs by 20 %. An analysis of the literature shows that modern scientific research actively supports the need to transition to energy-efficient technologies in the food industry.*

The implementation of energy-efficient technologies not only reduces energy costs but also helps reduce greenhouse gas emissions, positively impacting the environment. For the successful adaptation of Western technologies to Ukrainian conditions, it is necessary to intensify scientific research and support innovative projects in this area.

In today's world, where energy is becoming increasingly expensive and environmental challenges require urgent solutions, the issue of energy efficiency is becoming extremely relevant. This is especially true for the food industry, which is one of the largest energy consumers. The use of energy-efficient technologies in food production not only reduces energy costs but also helps to reduce greenhouse gas emissions, which has a positive impact on the environment.

Keywords: *energy-efficient technologies, food industry, induction heating, heat pumps, energy recovery systems, energy consumption reduction, environmental sustainability, renewable energy sources.*

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Іщенко Світлана Михайлівна — доктор філософії PhD, доцент, Український державний університет імені Михайла Драгоманова, вул. Пирогова, 9, м. Київ, Україна, 01054; +38 (096) 793-09-60; s.m.ischenko@udu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-5791-803X

Слінчак Мілена Дмитрівна — здобувач другого освітнього рівня "магістр", Український державний університет імені Михайла Драгоманова, вул. Пирогова, 9, м. Київ, Україна, 01054; +38 (066) 964-18-75; Milena060501@gmail.com; ORCID: 0009-0000-0851-8523

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ishchenko S. M. — PhD, Associate Professor, Mykhailo Drahomanov Ukrainian State University, 9, Pyrogova Str., Kyiv, Ukraine, 01054; +38 (096) 793-09-60; s.m.ischenko@udu.edu.ua; ORCID: 0000-0001-5791-803X.

Slinchak M. D. — applicant for the second educational level "master-student", Mykhailo Drahomanov Ukrainian State University, 9, Pyrogova Str., Kyiv, Ukraine, 01054; +38 (066) 964-18-75; Milena060501@gmail.com; ORCID: 0009-0000-0851-8523