



**26-27 Листопада
2024**

**Матеріали міжнародної
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«Молодь і технічний прогрес в АПВ»**



**Факультет мехатроніки та інжинірингу
Державний біотехнологічний університет
ХАРКІВ, Україна**

<https://agromaster.info>

Міністерство освіти і науки України
Державний біотехнологічний університет
Факультет мехатроніки та інжинірингу

МАТЕРІАЛИ
МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
«Молодь і технічний прогрес в АПВ»

26-27 листопада 2024 року

<https://agromaster.info/science/conference>

Харків – 2024

Організаційний комітет:

Голова оргкомітету:

Михайлов Валерій Михайлович – проректор з наукової роботи ДБТУ, д.т.н., професор.

Члени міжнародного оргкомітету:

Sergiyenko Oleg – head of Applied Physics department of Engineering Institute of Baja California Autonomous University, Mexico, Ph.D., Dr.; **Viktorija Zagorska** – director/lead researcher of Plant Protection Institute, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia, Dr.sc.eng.; **Tetiana Bazhynova** – Software & Function Engineer, Commercial Vehicle SW & Control System, Engineering and Technologie Powertrain Systems, AVL List GmbH, Austria, PhD.

Члени оргкомітету:

Серік Максим Леонідович перший заступник голови оргкомітету, проректор з науково-педагогічної роботи ДБТУ, к.т.н., доцент; **Бредихін Вадим Вікторович** заступник голови оргкомітету, декан факультету мехатроніки та інжинірингу ДБТУ, д.т.н., доцент; **Антоценков Роман Вікторович** заступник голови оргкомітету, голова науково-технічної ради факультету мехатроніки та інжинірингу ДБТУ, завідувач кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю ДБТУ, д.т.н., професор; **Адамчук Валерій Васильович** директор Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва Національної академії аграрних наук України, головний учений секретар НААН України, академік НААН України, д.т.н., професор; **Шевченко Володимир Іванович** завідувач відділу ДУ «НМЦ «Агроосвіта»; **Надикто Володимир Трохимович** професор кафедри експлуатації та технічного сервісу машин Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного, член-кореспондент НААН України, д.т.н., професор; **Пастухов Валерій Іванович** – професор кафедри сільськогосподарського машинобудування Центральноукраїнського національного технічного університету, д.т.н., професор; **Клишак Геннадій Олександрович** – директор ТОВ НВЦ «Консіма», м. Дніпро; **Колеснік Олексій Петрович** – директор ТОВ «Торговий дім ВАТ «ХТЗ», м. Харків; **Гриненко Олексій Анатолійович** – головний конструктор ТОВ «Лозівські машини інноваційний центр», м. Харків, к.т.н.; **Зубко Владислав Миколайович** – декан інженерно-технологічного факультету Сумського національного аграрного університету, д.т.н., професор; **Власовець Віталій Михайлович** – завідувач кафедри машинобудування Львівського національного університету природокористування, д.т.н., професор; **Калінін Євген Іванович** – завідувач кафедри тракторів і автомобілів Національного університету біоресурсів і природокористування України, д.т.н., професор; **Автухов Анатолій Кузьмич** – завідувач кафедри сервісної інженерії та технології матеріалів в машинобудуванні імені О.І. Сідашенка ДБТУ, д.т.н., професор; **Артюмов Микола Прокопович** – завідувач кафедри оптимізації технологічних систем ДБТУ, д.т.н., професор; **Богомолів Олексій Васильович** – завідувач кафедри обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв ДБТУ, д.т.н., професор; **Пак Андрій Олегович** – завідувач кафедри фізики та математики ДБТУ, д.т.н., професор; **Кириченко Роман Васильович** – в. о. завідувача кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва ДБТУ, к.т.н., доцент; **Марченко Михайло Валентинович** – завідувач кафедри надійності та міцності машин і споруд імені В. Я. Аніловича ДБТУ, к.т.н., доцент; **Шевченко Ігор Олександрович** – завідувач кафедри тракторів і автомобілів ДБТУ, к.т.н., доцент; **Філімонов Юрій Леонідович** – завідувач кафедри глобальної економіки ДБТУ, к.е.н. доцент; **Мандич Олександра Валеріївна** – голова ради молодих вчених ДБТУ, д.е.н., професор; **Галич Іван Васильович** – заступник декана ФМІ, доцент кафедри мехатроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю ДБТУ, к.т.н.; **Михеев Юрій Русланович** – старший лаборант кафедри сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва.

Молодь і технічний прогрес в АПВ: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 листопада 2024 року / Державний біотехнологічний університет. Харків, 2024.

Матеріали тез доповідей публікуються в авторському варіанті без редагування

© Державний біотехнологічний університет
© Факультет мехатроніки та інжинірингу,
2024

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБА

Шевченко А.О. к.т.н., доц.; Косточка О.Д. студент

Державний біотехнологічний університет

Михайлов Б.В., викладач

Відокремлений структурний підрозділ «Харківський фаховий коледж харчової промисловості Державного біотехнологічного університету»

Бабанова О.І. ст. викладач

Національний університет харчових технологій

Наведено аналітичний огляд процесів та обладнання для виробництва хліба з використанням сучасних технологій, зокрема електроконтактного нагрівання (ЕКН). Розроблено комплекс технологічного обладнання для виробництва хліба. Досліджено випікання хліба, під час якого найбільш інтенсивно відбувається теплова обробка з ЕКН. Описано новий підхід до виробництва хліба, що включає використання печі з комбінованим інфрачервоним нагріванням та ЕКН.

Хліб останні 200 років можна вважати одним із найважливіших компонентів раціону більшості населення, його популярність та постійний попит вказують на значний обсяг виробництва цієї продукції. Вироби з дріжджового тіста займають близько 40 % асортименту борошняних виробів, які виробляються в Україні. Основною метою хлібопекарської промисловості є забезпечити споживачів стабільно високою за якістю продукцією для їх власної безпеки. На сьогодні під час дефіциту електроенергії в країні необхідно вирішувати питання енергоефективності, автоматизації виробничих процесів та раціонального використання ресурсів.

Традиційні підходи до організації процесів хлібовипікання часто супроводжуються великими енергетичними втратами та часу на кожен цикл; відсутністю автоматизованого обладнання, що в свою чергу призводить до збільшення собівартості кінцевої продукції. Сучасне обладнання використовується для теплової обробки хлібобулочних виробів і характеризується низьким коефіцієнтом корисної дії (ККД). Така особливість зумовлена інерційністю теплопередачі та нерівномірністю нагрівання заготовок. Тривалість процесів бродіння тіста, вистоювання та випікання, також залишається важливим питанням, бо вона зменшує продуктивність ліній. Металоемність також є актуальним питанням, бо вона збільшує витрати на виробництво обладнання та його обслуговування.

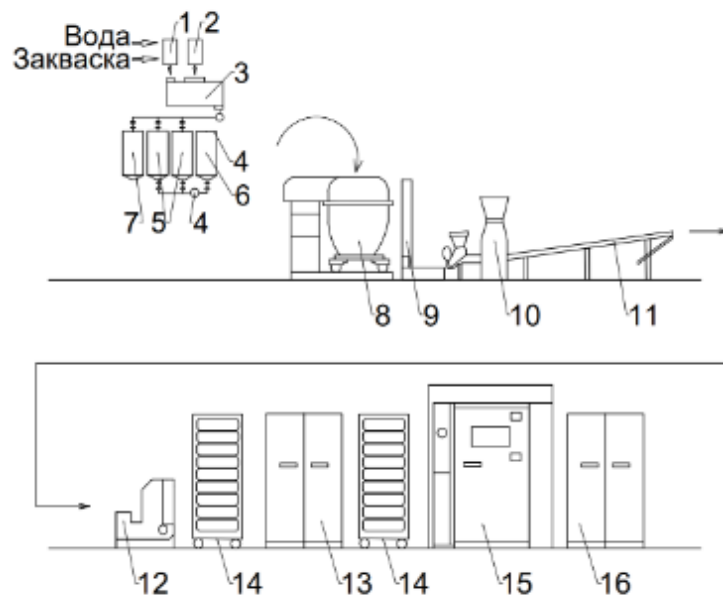
Одним із перспективних підходів до вирішення зазначених проблем є впровадження системи електроконтактного нагріву (ЕКН). ЕКН – це ефективна технологія, яка широко використовується в харчовій промисловості, в нашому випадку в хлібопекарстві. Вона забезпечує високу енергетичну ефективність

Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». 2024 через миттєве перетворення електричної енергії на теплоту, що знижує витрати на енергоресурси. Даний метод дозволяє точно контролювати температуру забезпечуючи рівномірний прогрів тіста і покращення структури хліба. Швидкість нагрівання завдяки ЕКН скорочує час виробничих циклів і є більш екологічним методом в порівнянні з традиційними. Системи автоматизації дозволяють точно налаштувати температурні режими і керувати енергією, що в свою чергу оптимізує виробничий процес і підтримує стабільну якість продукції.

Даний метод ґрунтується на безпосередньому перетворенні електричної енергії в теплову всередині оброблюваного продукту. Такий метод забезпечує швидке та рівномірне підвищення температури. Головною особливістю ЕКН є те, що тепло виникає по всьому об'єму продукту.

Використання хлібопекарської печі з ЕКН дозволяє значно скоротити тривалість процесів та знизити енерговитрати. Однак недоліком є те, що дана система нагріву не здатна забезпечити утворення підсмаженої скоринки на поверхні виробу, що є важливим фактором для смакових особливостей та товарного вигляду хліба. Вирішенням цієї проблеми є поєднання ЕКН із інфрачервоним (ІЧ) нагріванням, що дозволяє досягти швидкого прогрівання і якісного зовнішнього вигляду готової продукції.

Запропоновано впровадження такої хлібопекарської печі з комбінованим ІЧ-нагріванням та ЕКН в розробленому комплексі технологічного обладнання для виробництва хліба (поз. 15 на рис. 1).



- 1 – дозатор рідких компонентів; 2 – дозатор борошна; 3 – мішалка для приготування закваски; 4 – насоси; 5 – ємності для бродіння закваски; 6 – видаткова ємність закваски; 7 – ємність закваски для відновлення; 8 – машина тістомісильна з діжею підкатною; 9 – діжепідйомник; 10 – тісторозділювач; 11 – тістоформувальник; 12 – посадчик; 13 – шафа вистоювання; 14 – стелажний візок; 15 – хлібопекарська піч з комбінованим нагріванням; 16 – шафа вистоювання

Рис. 1 – Схема комплексу технологічного обладнання для виробництва хліба

Комплекс включає різне обладнання, зокрема дозатор рідких компонентів 1 для відмірювання рідких інгредієнтів, дозатор борошна 2 для визначення потрібної ваги борошна, мішалку для приготування закваски 3, насоси 4 для ефективного переміщення інгредієнтів, ємності для бродіння закваски 5, видаткову ємність закваски 6, ємність закваски для відновлення 7, тістомісильну машину з діжею підкатною 8, діжепідійомник 9, тісторозділювач 10, тістоформувальну машину 11, посадчик 12, шафи вистоювання 13 та 16, стелажний візок 14 і хлібопекарську піч з комбінованим нагріванням 15.

Технологія виробництва на даному комплексі включає етапи підготовки сировини, замішування тіста, формування заготовок, вистоювання, випікання та пакування готової продукції. Кожен елемент лінії взаємопов'язаний та забезпечує отримання високої за якістю продукції.

На першому етапі дозатор борошна 2 забезпечує відмірювання необхідної кількості борошна, яке потім подається в мішалку 3 для змішування з рідкими компонентами, які подає дозатор рідких компонентів 1. Цей процес змішування є важливим для отримання якісного тіста. Після змішування інгредієнтів закваска подається в ємності для бродіння 5, де вона тримається до появи аромату та смаку. Насоси 4 автоматизують переміщення інгредієнтів між елементами лінії.

Після бродіння закваска подається далі через видаткову ємність закваски 6. Для збереження властивостей частина закваски зберігається в ємності для відновлення 7. Тісто після цього надходить у тістомісильну машину з підкатною діжею 8, де інгредієнти перемішують до однорідної маси. Після цього діжепідійомник 9 піднімає діжу з готовим тістом для подальшого використання на тісторозподілювач. Тісто проходить через тісторозділювач 10, який ділить його на порції, після чого тістоформувальник 11 формує порції в заготовки. Сформовані заготовки рухаються до шафи вистоювання 13 через посадчик 12.

Після вистоювання готові заготовки розміщуються на стелажному візку 14 та відвозяться до хлібопекарської печі 15 для випікання. Шафа вистоювання 16 використовується для повторного вистоювання під час охолодження готових виробів перед їх пакуванням та транспортуванням.

Елементом вдосконалення комплексу є застосування хлібопекарської печі з комбінованим ІЧ-нагріванням та ЕКН. Процес ЕКН забезпечує швидке та рівномірне прогрівання тіста зсередини, скорочуючи тривалість теплової обробки. ІЧ-нагрівання відповідає за утворення золотистої скоринки, яка покращує зовнішній вигляд і смакові характеристики виробу. Крім того, пристрій оснащений системою вентиляторів для циркуляції гарячого повітря, що сприяє рівномірному прогріванню поверхні виробів. Управління процесами здійснюється через пульт керування, де можна задавати параметри температури, напруги та потужності, а також за потреби регулювати тривалість процесу.

Після завершення випікання хліб надходить на охолодження до шафи вистоювання, де спеціальні системи контролю-регулювання забезпечують поступове зниження температури, запобігаючи деформації та зберігаючи якість.

Завершальний етап включає автоматизоване пакування готової продукції, що дозволяє зберігати свіжість виробів та підготувати їх до транспортування.

Розроблений комплекс обладнання має низку переваг: скорочення тривалості технологічного процесу, зменшення енерговитрат, підвищення ККД обладнання та покращення органолептичних характеристик хлібу. Комбінований підхід до теплової обробки забезпечує ефективне поєднання сучасних методів нагрівання, що сприяє раціональному використанню ресурсів та підвищенню продуктивності.

Отримані результати досліджень показують високу ефективність ЕКН у порівнянні з традиційними методами. Наприклад, за 4 хвилини обробки з використанням ЕКН температура тіста досягає 75 °С, тоді як при випіканні у жарильній шафі за той же час цей показник становить лише 40 °С. Дані підтверджують інтенсивність нагрівання за умов ЕКН і дозволяє зробити висновок про його доцільність.

Впровадження ЕКН дозволяє знизити енергоспоживання, зменшити викиди шкідливих речовин та покращити екологічні показники підприємства. Метод ефективно інтегрується з іншими технологіями обробки, такими як ІЧ-нагрівання, його застосування дозволяє отримати ще кращі результати при мінімальних витратах. Для виробника капіталовкладення на обладнання з ЕКН швидко окупляться довгостроковою економією на енергоресурсах і підвищенням продуктивності, що робить ЕКН вигідною інвестицією для хлібопекарських виробництв та інших виробництв харчової промисловості.

Таким чином, розроблений комплекс технологічного обладнання для виробництва хлібобулочних виробів із застосуванням ЕКН та ІЧ-нагрівання є перспективним рішенням для хлібопекарської промисловості. Він забезпечує високу якість продукції, знижує витрати енергії та відповідає сучасним вимогам до ефективності та автоматизації виробництва. Подальші дослідження будуть спрямовані на оптимізацію параметрів роботи обладнання та його масштабування для промислового використання.

Список використаних джерел.

1. Нові технічні рішення в проектуванні обладнання для теплової обробки харчової сировини : монографія в 3 ч. Ч. 2 Використання електроконтактного нагрівання в процесах жарення кулінарної продукції / О.І. Червево [та ін.]. Харків : ХДУХТ, 2012. 151 с.
2. Технологічні особливості електроконтактних методів обробки харчових продуктів / О.І. Червево [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі : зб. Наук. Пр. Харків : ХДУХТ, 2010. Вип. 2 (12). С. 124-128.
3. Ohmic heating [Електронний ресурс]: FoodWrite. Режим доступу: <http://foodwrite.co.uk/tag/ohmic-heating>.
4. Ohmic heating as an alternative food processing technology : a report / D. R. Anderson [Д. Р. Андерсон]. Manhattan : Kansas State University, 2008. 45р.