

Paul Tempest

SYSTEMY TERMICZNE OHMIC FIRMY APV

ŻYWNOSĆ O ŚWIEŻYM SMAKU I PRZEDŁUŻONEJ TRWAŁOŚCI

1. WSTĘP

System termiczny Ohmic otwiera przed przemysłem spożywczym szansę zaoferowania wartościowych, stabilnych w temperaturze otoczenia produktów o jakości nie do osiągnięcia za pomocą jakiegokolwiek innej techniki sterylizacji.

To najnowsze osiągnięcie technologii aseptycznej obróbki żywności umożliwia wyprodukowanie pełnego zakresu wartościowych, stabilnych w temperaturze otoczenia dań gotowych i deserów, bezpiecznie zapakowanych w plastikowe pojemniki, tace, a nawet duże torby, bez konieczności dodawania środków konserwujących, bez mrożenia czy chłodzenia. Producenci żywności, hurtownicy i sprzedawcy detaliczni na całym świecie poznają obecnie korzyści i zmniejszenie ryzyka, jakie niesie z sobą technologia mająca wpływ na cały łańcuch powstawania i dystrybucji żywności, włączając w to szeroką gamę użytkowników, względy dystrybucji oraz szereg korzyści dla konsumentów.

1.1 Użytkownicy

Dania Gotowe

Zmiana stylu życia wymaga podaży coraz szerszej gamy dań gotowych. Dania takie jakością z powodzeniem konkurują z najlepszymi chłodzonymi wyrobami garmażeryjnymi, ale z dodatkową zaletą możliwości długiego przechowywania w temperaturze otoczenia.

Nadzienia zapiekane

Czy to dla potrzeb sprzedaży detalicznej, czy też dla żywienia zbiorowego dostępność tego rodzaju półproduktów przynosi oczywiste korzyści użytkownikom. Dania mogą być przygotowane w ułamku normalnie zużywanego czasu a wahania popytu mogą być równoważone w ciągu minut a nie godzin.

Dania z owoców

Z pola na stół, oferta produkcji sezonowej dostępna przez cały rok, zapewniając produkty o świeżym smaku i wysokiej jakości, takie jak świeże kompoty owocowe, desery z owoców egzotycznych i półprodukty do ciastkarni i mleczarni.

Catering

Przemysł cateringu wymaga produktów o coraz wyższym standardzie, szybko dostępnych i łatwych w przygotowaniu. Na przykład linie lotnicze są w stanie zapewnić niezmiennie wysoki

Paul Tempest, Ohmic Product Manager, APV Baker Ltd, Liquid Foods Division, Crawley, Wielka Brytania

standard swoim konsumentom, czy to na wysokości 35.000 stóp czy też na ziemi. Lekkie opakowania racji żywnościowych mogą być zrzucone w rejonach występowania głodu, znacznie łatwiej niż puszki czy racje żywnościowe dla wojska prowadzącego działania w warunkach tropikalnych.

1.2 DYSTRYBUCJA

Transport mrożonek

Kosztowne mrożenie i regulacja temperatury zostaje wyeliminowane, ograniczenia geograficzne dystrybucji znikają, otwierają się natomiast możliwości dostaw do każdego zakątka świata.

Chłodnie magazynowe

Ogromne chłodnie magazynowe są już niepotrzebne ani na etapie produkcji ani w momencie dystrybucji produktów. Niepotrzebne stają się też lada chłodnicze w punktach sprzedaży detalicznej, tak więc wyeliminowane zostają duże koszty inwestycji i utrzymania. Producent, dystrybutor, detalista i konsument nie muszą się już martwić o mikrobiologiczne bezpieczeństwo produktu.

Przechowywanie w warunkach domowych

Produkty żywnościowe mogą być przechowywane na półkach, nie w chłodniarce czy zamrażarce. Zagrożenia związane z trudnością utrzymania odpowiedniej temperatury należą już do przeszłości.

Produkcja sezonowa

Produkcja sezonowa dostarczać może całoroczną podaż owoców i jarzyn z całego świata. Można też wykorzystać niskie ceny surowców w szczytowym momencie zbiorów.

1.3 Konsument

Świeżość

Minimalna zmiana smaku razem z jędną strukturą i nie znaczącymi uszkodzeniami cząstek dają w sumie produkt o świeższym smaku, mający cechy "domowego jedzenia". Krótszy czas obróbki pozwala na zatrzymanie większej ilości składników odżywczych. Produkty z wyliczoną zawartością kalorii idealnie nadają się do tego systemu.

Data przydatności do spożycia

Produkty mogą być przechowywane miesiącami i latami, a nie przez określoną ilość dni czy tygodni. Wyeliminowane są straty w związku z nie sprzedanymi czy nie zjedzonymi produktami, nie ma także ryzyka zepsucia się produktu podczas przechowywania.

Opakowania

Dostępna szeroka gama typów opakowań zapewnia, że produkt będzie się wyróżniał z masy innych produktów żywnościowych. Typ opakowania wybrany być może ze względu na poręczność, optymalizację magazynowania, dystrybucji i ze względu na techniczne wymagania każdego specyficznego produktu.

1.4 Przyszłość

Możliwość jednorodnego ogrzania cząstek, bez uszkodzeń mechanicznych, w połączeniu z niższymi stratami witamin i brakiem zanieczyszczeń na powierzchniach wymiany ciepła, gwarantuje że system Ohmic odegra główną rolę w rosnącym popycie na żywność o wysokiej jakości zawierającą cząstki produktów. Firma APV, która zawsze znajdowała się w czołówce nowych technologii, teraz także zaangażowała się w dostosowanie tego nowatorskiego procesu obróbki termicznej do specyficznych zastosowań w przemyśle spożywczym.

2. STERYLIZACJA TERMICZNA

Aby docenić korzyści płynące z zastosowania systemu Ohmic, należy zrozumieć podstawowe zasady technologii sterylizacji termicznej.

2.1 Sterylizacja termiczna - opcje

Produkty stabilne w temperaturze otoczenia generalnie zawdzięczają swoją trwałość obróbce termicznej, inaktywującej mikroorganizmy i zapewniającej sterylność do celów handlowych. Można to osiągnąć dwoma sposobami:

- Sterylizacja w pojemnikach, gdzie produkt sterylizowany jest wewnątrz zamkniętych pojemników, takich jak: puszki, słoje szklane, kubki lub tace plastikowe.
- Sterylizacja aseptyczna, gdzie produkt i opakowanie sterylizowane są oddzielnie, a napełnianie i zamykanie opakowań odbywa się w warunkach sterylnych.

2.2 Zasady sterylizacji termicznej

Istnieją pewne podstawowe zasady odnoszące się do sterylizacji żywności:

- Poddawany obróbce produkt nie może zawierać mikroorganizmów mogących produkować toksyny powodujące zatrucia pokarmowe, a także nie może zawierać mikroorganizmów zdolnych do doprowadzenia do zepsucia się produktu podczas określonego czasu przydatności do spożycia.
- Produkty spożywcze mogą być podzielone na dwie grupy ze względu na stopień zakwaszenia - na produkty o niskiej i wysokiej kwasowości.
- Produkty o pH wyższym niż 4,5, są zdolne podtrzymać rozwój Clostridium botulinum i muszą być poddane obróbce w temperaturze 121°C przez 3 minuty. Normalnie stosuje się bardziej drastyczne temperatury, gdyż wiele mikroorganizmów powodujących psucie się żywności, jest bardziej wytrzymałych na temperaturę niż CL. botulinum.
- Produkty o pH niższym niż 4,5 zazwyczaj nie pozwalają na rozwój mikroorganizmów powodujących zatrucia pokarmowe i normalnie poddaje się je obróbce w temperaturze 90 - 95°C przez 30 - 90 sekund, w zależności od specyfiki produktu.

Wymienione warunki obróbki odnoszą się do najdłużej ogrzewającego się punktu produktu, którym jest zazwyczaj środek największej cząstki.

3. OPCJE SPOSOBU OBRÓBK

3.1 Obróbka tradycyjna

Obecnie, popyt na gotowe dania jest w dużej mierze zaspokajany przez dania schładzane po przygotowaniu, które dzięki usprawnionej technologii, dostępne są w szerszej gamie i wyższej jakości w porównaniu do tradycyjnych mrożonek i żywności puszkowanej. Jednak dania tak przygotowywane mają bardzo ograniczony termin przydatności w związku z obecnością mikroorganizmów i muszą być przechowywane w ściśle kontrolowanej temperaturze.

Sterylizacja żywności w pojemnikach pozwala na przechowywanie jej w temperaturze otoczenia przez długi czas, lecz jakość tych produktów jest niższa w wyniku długotrwałego ogrzewania, muszającego zapewnić sterylizację aż do samego środka pojemnika. Ma to duże znaczenie zwłaszcza w przypadku dużych puszek używanych dla celów cateringu.

Produkcja na dużą skalę półproduktów spożywczych prowadzona jest często partiami, co wymaga dużych nakładów pracy ręcznej i prowadzi do kompromisu w dziedzinie jakości ze względu na długi czas obróbki każdej partii i mechanicznych uszkodzeń powstających w czasie manipulacji produktem.

3.2 Obróbka aseptyczna

Alternatywą jest obróbka aseptyczna żywności, wykorzystująca płytowe, rurowe lub zgarniakowe wymienniki ciepła, gdzie produkt pakowany jest do kartonowych lub plastikowych pojemników w warunkach aseptycznych. Obróbka aseptyczna stosowana jest na skalę przemysłową od ponad 30 lat dla mleka i soków owocowych i znalazła szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym.

Jednak, dla produktów zawierających duże cząstki stałe, wielkości kostek do 25 mm, stosowanie technik wymiany ciepła powoduje konieczność przegrzania fazy płynnej produktu w celu sterylizacji wnętrza poszczególnych cząstek stałych. Może to powodować uszkodzenia cząstek i zniszczenie smaku oraz składników odżywczych.

3.3 System Ohmic

Problemy z wymianą ciepła zostały obecnie pokonane przez zastosowanie systemu termicznego Ohmic, którego działanie opiera się na bezpośrednim przepływie prądu elektrycznego przez ciągły strumień produktu. Przenikanie ciepła przez produkt jest znacznie szybsze i równomierne, co pozwala na zachowanie wysokiego poziomu smaku i nie naruszanie struktury cząstek stałych w stopniu dotychczas nie osiągalnym.

W połączeniu z aseptycznym pojemnikiem lub napełnianiem w opakowanie typu "torebka w kartonie", proces ten pozwala na produkcję wartościowych dań gotowych, o jakości równej daniom gotowanym i chłodzonym lecz z dodatkową zaletą bezpiecznego, długiego przechowywania w temperaturze otoczenia, bez konieczności kosztownego schładzania. System ten może także być zastosowany do produktów owocowych, takich jak truskawki w całości lub owoce krojone.

4. OPCJE URZĄDZEŃ

Obróbka aseptyczna w przepływie oznacza ciągły strumień produktu. Wybór urządzeń jest wstępnie zdeterminowany fizycznymi właściwościami produktu w warunkach przepływu. W połączeniu z systemem Ohmic używa się zazwyczaj pewnej ilości innych urządzeń.

4.1 Pośrednie płytowe wymienniki ciepła

Używane są generalnie do jednolitych, niezbyt lepkich płynów zawierających niewiele lub nie zawierających wcale zawiesiny, np. mleko, sok, rzadkie sosy.

4.2 Pośrednie rurowe wymienniki ciepła

Używane zazwyczaj do jednolitych płynów o większej lepkości, oraz do płynów zawierających cząstki o wielkości do 10 mm, np. zupy, sosy i desery owocowe.

4.3 Bezpośredni wtrysk i infuzja pary

Używane dla jednolitych płynów o wyższej lepkości, a zwłaszcza odpowiednie dla produktów źle znoszących mieszanie i łatwo psujących się, np. kremy, desery, gęste sosy.

4.4 Zgarniakowe wymienniki ciepła

Używane do płynów bardzo gęstych, które łatwo ulegają uszkodzeniu na powierzchni wymiany ciepła, lub zawierają cząstki o średnicy do ok. 15 mm. Zawartość cząstek w płynie wynosić może do 40%, np. przetwory z rozdrobnionych owoców, potrawy puree i zupy.

Prawidłowy wybór odpowiedniego typu procesu pozwala na osiągnięcie optymalnej jakości produktu.

5. SYSTEM TERMICZNY OHMIC

5.1 Zasada systemu Ohmie

Efekt termiczny Ohmic uzyskiwany jest w momencie przepuszczenia prądu elektrycznego przez produkt będący przewodnikiem elektrycznym. W praktyce, prąd zmienny o niskiej częstotliwości (50 lub 60 Hz) z komunalnej sieci używany jest w celu wyeliminowania możliwości powstawania szkodliwych reakcji elektro-chemicznych i w celu zminimalizowania kosztów i trudności zasilania elektrycznego.

Tak, jak w ogrzewaniu mikrofalami, energia elektryczna zmienia się w energię cieplną. Jednak, w odróżnieniu od mikrofal, głębokość przenikania jest w tym wypadku nieograniczona, a zakres ogrzewania jest zależny od przestrzennej jednorodności zdolności przewodzenia elektrycznego produktu, oraz od czasu przebywania w ogrzewaczu.

5.2 Zalety systemu Ohmic

Z praktycznego punktu, produkt nie jest poddawany wysokiemu gradientowi temperatury w momencie ogrzewania, a płyn i cząstki stałe podgrzewane są jednocześnie. Wymaganie przegrzania fazy płynnej w celu sterylizacji cząstek stałych, jak to ma miejsce w przypadku

wymienników ciepła, jest zredukowane. Pozwala to na znaczne zmniejszenie uszkodzeń cieplnych fazy płynnej i zapobiega przegrzaniu zewnętrznych powierzchni cząstek stałych.

Inną ważną korzyścią jest brak powierzchni wymiany ciepła, co eliminuje możliwość powstania osadu na ściankach ogrzewacza i przedostawania się przypalonych drobin do produktu. Nie ma też potrzeby mechanicznego mieszania produktu, które powodować może uszkodzenia cząstek.

Możliwość stosowania systemu Ohmic zależna jest od przewodności elektrycznej produktu. Większość produktów żywnościowych zawiera pewną ilość wolnej wody z rozpuszczonymi solami jonowymi, a tym samym ich przewodność elektryczna jest wystarczająca do zastosowania systemu Ohmic.

Korzyści jakie przynosi system termiczny Ohmic wymienione są w Tabeli 1.

6. BUDOWA SYSTEMU OHMIC

6.1 Budowa mechaniczna

Typowa kolumna ogrzewacza Ohmic składa się z czterech lub więcej obudów elektrod, wykonanych z litego bloku PTFE pokrytego płaszczem ze stali nierdzewnej. Każda obudowa zawiera pojedynczą elektrodę wspornikową. Obudowy elektrod połączone są między sobą rurami dystansującymi ze stali nierdzewnej, izolowanymi tworzywem nie przewodzącym prądu. Materiały nadające się na izolację, to np. polifluorek winylidenu (PVDF), polieterowy keton eterowy (PEEK) lub szkło.

Kolumna ustawiona jest w pozycji pionowej lub pod skosem, a przepływ produktu kierowany jest z dołu do góry. Zawór odpowietrzający, umieszczony na szczycie kolumny, zapewnia ciągle napełnienie kolumny produktem. Kolumna jest tak skonfigurowana, że każda sekcja grzewcza ma taką samą impedancję elektryczną, tak więc im bliżej wylotu, tym dłuższe są odcinki rur połączeniowych między sekcjami.

Dzieje się tak dlatego, że przewodność elektryczna produktów żywnościowych zazwyczaj zwiększa się wraz ze wzrostem temperatury; dla wodnych roztworów soli jonowych istnieje liniowa zależność pomiędzy temperaturą a konduktywnością elektryczną. Zjawisko to przypisywane jest zwiększonej ruchliwości jonów w wyższej temperaturze i odnosi się także do większości produktów żywnościowych. Wyjątkami mogą być produkty, w których wraz ze wzrostem temperatury wzrasta znacznie lepkość, np. produkty zawierające nieżelowaną skrobię.

6.2 Regulacja temperatury

Systemy termiczne Ohmic dostarczane są łącznie z automatycznym systemem regulacji temperatury. Czynnikiem na wlocie, które wpływać będą na temperaturę na wylocie, są zmiany temperatury, masowe natężenie przepływu i specyficzna pojemność cieplna produktu. W systemie regulacji mikroprocesor odczytuje te zmienne i nieprzerwanie oblicza wymaganą energię elektryczną potrzebną do ogrzania produktu, oraz porównuje tę wartość z sygnałem z przetwornika energii na wyjściu transformatora. Układ zwrotnej kontroli zapobiega dłuższymi wahaniem temperatury na wylocie.

TABELA 1. ZALETY SYSTEMU OHMIC

- ŚWIEŻY SMAK I WYSOKA JAKOŚĆ PRODUKTÓW, KTÓRE DZIĘKI MINIMALNYM USZKODZENIOM TERMICZNYM I MECHANICZNYM, POSIADAJĄ WYSOKĄ ZAWARTOŚĆ SKŁADNIKÓW ODŻYWCZYCH.
- WYSOKI POZIOM BEZPIECZEŃSTWA PRODUKTU OSIĄGANY DZIĘKI MINIMALNEJ RÓŻNICY CZASU PRZEBYWANIA W OGRZEWACZU FAZY PŁYNNIEJ I STAŁEJ.
- MOZLIWOŚĆ OGRZEWANIA PRODUKTÓW W PRZEPLÝWIE CIĄGLYM, BEZ KONIECZNOŚCI WPROWADZANIA POWIERZCHNI WYMIANY CIEPŁA, CZYLI BEZ PRZYPALANIA.
- MAŁE PRĘDKOŚCI I BRAK RUCHOMYCH CZĘŚCI MECHANICZNYCH SPRAWIAJĄ, ŻE OHMIC JEST IDEALNYM SYSTEMEM DO PRODUKTÓW DELIKATNYCH, WRAŻLIWYCH NA USZKODZENIA MECHANICZNE.
- SZYBKIE I JEDNOLITE OGRZEWANIE OBYDWU FAZ: PŁYNNIEJ I STAŁEJ, MINIMALIZUJE USZKODZENIA TERMICZNE I ZAPEWNIJA NAJWYŻSZE WALORY ORGANOLEPTYCZNE.
- CICHA PRACA URZĄDZENIA ZAPEWNIJA LEPSZE ŚRODOWISKO PRACY.
- NISKIE KOSZTY KONSERWACJI ZE WZGLĘDU NA REDUKCJĘ CZĘŚCI RUCHOMYCH.
- PROCES ŁATWY DO KONTROLOWANIA. SYSTEM OHMIC MOŻE BYĆ ZAŁĄCZONY LUB WYŁĄCZONY NATYCHMIASTOWO.
- SZEROKA GAMA OPCJI OPAKOWAŃ. POTENCJALNA OSZCZĘDNOŚĆ KOSZTÓW OBRÓBKI I PAKOWANIA
- WZGLĘDNE POŁĄCZENIU SYSTEMU OHMIC Z PAKOWACZKĄ ASEPTYCZNĄ OTWIERA SIĘ MOZLIWOŚĆ MAGAZYNOWANIA I DYSTRYBUCJI PRODUKTU W TEMPERATURZE OTOCZENIA, BEZ KONIECZNOŚCI KOSZTOWNEGO CHŁODZENIA/MROŻENIA.

7. OBRÓBKA ASEPTYCZNA PRZY WYKORZYSTANIU SYSTEMU OHMIC

7.1 System obróbki

Układ ogrzewaczy Ohmic może być włączony do kompletnego procesu sterylizacji czy gotowania. Podobnie jak w innych systemach produkcji ciągłej, ważnym jest prawidłowe zaprojektowanie peryferyjnych urządzeń procesowych; raz ogrzany produkt musi zostać schłodzony w bardziej konwencjonalny sposób za pomocą zgarniakowego lub rurowego wymiennika ciepła. Ten ostatni jest zwyczajowo preferowany dla produktów zawierających cząstki stałe, gdyż pozwala na zachowanie najważniejszej zalety systemu Ohmic - minimalnych uszkodzeń struktury stałych cząstek produktu.

7.2 Sterylizacja linii

Sterylizacja wstępna układu Ohmic, przetrzymywacza rurowego i schładzaczy przeprowadzana jest za pomocą cyrkulacji roztworu siarczanu sodowego, którego stopień koncentracji odpowiada przewodności elektrycznej poddawanego obróbce produktu. Temperatura sterylizacji osiągana jest przez przepuszczenie prądu elektrycznego, a ciśnienie zwrotne kontrolowane jest za pomocą zaworu zwrotnego. Aseptyczny zbiornik magazynowy, zbiornik współpracujący i orurowanie połączeniowe do nalewarki sterylizowane są tradycyjną metodą parową. Użycie roztworu sterylizującego o podobnej przewodności elektrycznej minimalizuje konieczność zmian dopływu energii elektrycznej podczas wprowadzania produktu, gwarantując gładkie i efektywne przejście z minimalną fluktuacją temperatury.

7.3 Obróbka produktu

Po wysterylizowaniu linii, roztwór jest schładzany przy pomocy płytowego wymiennika ciepła znajdującego się w linii cyrkulacji. Po osiągnięciu stanu stabilnego, roztwór sterylizujący jest zbierany lub wypuszczany do kanału, a produkt wprowadzany jest do leja zasilającego pompy wyporowej. Zazwyczaj jest to dwutłokowa pompa dozująca Marlen.

Ciśnienie zwrotne podczas okresu przełączania linii na produkt, kontrolowane jest regulacją wysokiego ciśnienia we współpracującym zbiorniku ściekowym, przy użyciu sterylne go sprężonego powietrza lub azotu. Zbiornik ten służy do zbierania fazy siarczanu sodowego/produktu. Po zebraniu tej fazy, produkt kierowany jest do głównego zbiornika aseptycznego, gdzie także używa się wysokiego ciśnienia do kontrolowania ciśnienia zwrotnego w systemie. Ciśnienie zwrotne utrzymywane jest na poziomie 2 barów podczas sterylizacji produktu o wysokiej zawartości kwasu w temperaturze 90-100°C. Ciśnienie zwrotne 4 bary używane jest dla produktów o niskiej zawartości kwasu, gdzie zastosować należy temperaturę sterylizacji 120-140°C. Przewidziane są środki zabezpieczenia, które powodują odcięcie dopływu energii w przypadku spadku ciśnienia.

Stosowanie ciśnieniowych zbiorników magazynowych okazało się bardzo efektywnym sposobem kontroli ciśnienia zwrotnego w doświadczalnych systemach termicznych, gdzie wydajność jest zazwyczaj mniejsza niż 750 kg/godz. W większych systemach, gdzie wydajność przekracza 2 tony/godz., użyta być może aseptyczna pompa wyporowa ze schładzaczem, w zależności od składu produktu żywnościowego. To rozwiązanie likwiduje potrzebę stosowania dwóch aseptycznych zbiorników magazynowych zapewniających ciągle podawanie produktu do nalewarki/pakowaczki.

W trakcie przechodzenia coraz wyżej w kolumnie Ohmic, produkt zostaje progresywnie ogrzany do odpowiedniej temperatury sterylizacji. Następnie przechodzi do izolowanego przetrzymywacza rurowego przed schłodzeniem w serii rurowych wymienników ciepła. Po

schłodzeniu produkt przechodzi do głównego aseptycznego zbiornika magazynowego, skąd podawany jest na aseptyczną nalewarkę pakującą.

7.4 Alternatywne chłodzenie

Bardziej gwałtowne schłodzenie osiągnąć można przy produktach, w których ostateczna zawartość cząstek stałych wynosić będzie poniżej 40%. System taki stanowi połączenie ogrzewania Ohmic i tradycyjnego, a wykorzystuje możliwość sterylizacji produktu zawierającego do 80% cząstek stałych.

Podczas przygotowania, produkt jest dzielony na strumień o wysokiej zawartości cząstek stałych i oddzielny strumień płynu. Strumień płynu jest konwencjonalnie sterylizowany i chłodzony w systemie płytowych lub rurowych wymienników ciepła, po czym zostaje dodany do strumienia zawierającego cząstki stałe, w momencie wychodzenia z przetrzymywacza rurowego systemu Ohmic. Proces ten pozwala na zredukowanie kosztów inwestycji i pracy dla danej wydajności.

7.5 Mycie

Po zakończeniu obróbki produktu odcina się dopływ energii elektrycznej a linię płucze się wodą. Mycie przeprowadza się za pomocą 2% roztworu sody kaustycznej, o temperaturze 80°C przez 30 minut.

7.6 Wydajności

Oferowana jest cała gama systemów termicznych Ohmic o różnych rozmiarach obudów elektrod i rur łączących, dla wydajności do 4 ton/godz., w zależności od wymaganego wzrostu temperatury.

8. JAKOŚĆ PRODUKTU

W Tabeli 1, między innymi zaletami systemu Ohmic, wymieniona jest także poprawa jakości produktu, gdzie podstawowym standardem jest jakość produktów sterylizowanych tradycyjnie w puszkach. Te standardy jakości dotyczą bezpieczeństwa mikrobiologicznego, efektu gotowania, i utrzymania witamin i składników odżywczych.

W odróżnieniu do innych procesów wymagających przenikania ciepła, czy to z zewnątrz do środka puszki, czy też z powierzchni cząstki do jej wnętrza (wymenniki ciepła rurowe lub zgarniakowe), system Ohmic umożliwia niespotykane szybko ogrzanie całości produktu jednocześnie. Daje to wysoki stopień bezpieczeństwa mikrobiologicznego.

8.1 Test mikrobiologiczny

System Ohmic został sprawdzony w praktycznych warunkach pracy, przy użyciu techniki opracowanej przez Stowarzyszenie Badawcze Żywności Campden (Campden Food and Drink Research Association). W technice tej, bardzo odporne na ciepło zarodniki organizmu testowego zaszczipiane są do analogów alginowych cząstek żywności, według opisu Browna, Ayres, Gaze i Newmana (1984).

Zaszczipione cząstki alginowe dodawane są do produktu żywnościowego, który natępnie poddawany jest normalnej obróbce w ogrzewaczu Ohmic. Po obróbce, cząstki są odzyskiwane i

określana jest liczba zarodników, które przetrwały. Taka informacja, razem z wiedzą na temat odporności na wysoką temperaturę zaszczipionych zarodników, pozwala na określenie zastosowanej obróbki termicznej jako ekwiwalentu pewnej liczby minut w temperaturze 121,1°C (Wartość F_0).

Technika ta była z powodzeniem stosowana dla szerokiej gamy produktów żywnościowych zawierających cząstki stałe, jasno demonstrując korzyści płynące z objętościowego efektu termicznego zachodzącego podczas procesu Ohmic.

8.1.1 Cząstki wołowiny i marchwi - Całkowita wartość F_0

Przykładowo, dla produktu składającego się z cząstek wołowiny i marchwi w sosie, analogi alginowe przygotowane zostały dla obydwu typów cząstek, przez macerację i dodanie alginianu sodu. Znana liczba zarodników *Bacillus stearothermophilus* Th24 wprowadzona została do roztworu, który sformowano w kostki przez zanurzenie w chlorku wapniowym. Kostki zostały następnie dodane do produktu i poddane razem z nim obróbce w 45 kW systemie Ohmic, w warunkach obliczonych na teoretyczne F_0 32 minuty w fazie płynnej. Po obróbce, kostki odzyskano i określono liczbę zarodników, które przetrwały.

Wartość F_0 dla cząstek marchwi wyniosła od 28,1 do 38,5, a dla cząstek mięsa F_0 23,5 do 30,5.

Doświadczenie to jasno wykazało, że cząstki stałe ogrzane zostały bezpośrednio przez opór elektryczny do podobnego poziomu jak faza płynna. Gdyby cząstki ogrzane zostały przez konwencjonalną wymianę ciepła z fazą płynną, jak ma to miejsce w wymiennikach ciepła, to teoretyczna wartość F_0 wyniosłaby tylko 0,2 we wnętrzu cząstek.

Z wąskiego zakresu otrzymanej wartości F_0 jasno wynika, że nie ma dużej różnicy w dystrybucji cząstek w czasie ich przebywania w systemie Ohmic. Jest to jeszcze jedną zaletą możliwości bezpośredniego ogrzewania cząstek, zamiast polegać na wymianie ciepła z fazą płynną. Pozwala to na dużą koncentrację cząstek poddawanych obróbce, co bardzo zmniejsza prawdopodobieństwo dłuższego pozostania lub szybszego przejścia pewnej ilości cząstek przez system.

8.1.2 Cząstki wołowiny i marchwi - Dystrybucja F_0

W dalszym doświadczeniu, toksyczność całości cząstek porównana została do toksyczności badanej w środku cząstki. Porównania tego dokonano przygotowując analogi alginowe, jak opisano powyżej, i inne - formując połowę kostki przed dodaniem znanej ilości zarodników zawartych w małej kulce alginowej, którą umieszczono w środku i zamknięto drugą częścią kostki.

Dla marchwi F_0 otrzymane z całości cząstek wyniosło 23,1 do 44,0 w porównaniu do wartości F_0 w środku kostki 30,8 do 40,2. Cząstki wołowiny otrzymały F_0 28,0 do 38,5 w całości i F_0 34,0 do 36,5 w środku cząstki.

Doświadczenie to wykazuje, że obróbka termiczna wnętrza cząstek stałych jest podobna do obróbki całości produktu, bez znaczącego niedogrzaania czy przegrzania wnętrza cząstek czy też ich powierzchni zewnętrznych.

8.1.3 Test dla produktów handlowych

Poleca się wykonanie tego rodzaju testów dla każdego typu produktu żywnościowego wchodzącego do produkcji przemysłowej, w celu ustalenia prawidłowych warunków czasu/temperatury, gwarantujących wyprodukowanie stabilnego, bezpiecznego produktu.

8.2 Wartość gotowania

Wartość gotowania (C_0) procesu jest miarą zakresu gotowania i destrukcji witamin, zachodzącej podczas ogrzewania. Jednak, tempo inaktywacji mikroorganizmów wraz ze wzrostem temperatury, jest szybsze niż tempo nasilenia reakcji gotowania i strat witamin. Dlatego też, w celu zminimalizowania reakcji gotowania, korzystnym jest szybsze ogrzanie żywności do wyższej temperatury sterylizacji.

Przewodzenie przy wymianie ciepła

Podczas konwencjonalnych procesów przewodzenia ciepła przy jego wymianie, niemożliwa jest sterylizacja produktów zawierających duże cząstki stałe w temperaturze wiele wyższej od 130°C bez przegrzania fazy płynnej. Przy próbie sterylizacji cząstki 25 mm w temperaturze 130°C , faza płynna otrzyma F_0 o wartości prawie 150 - co spowoduje jej znaczne przegrzanie. Jednak w przypadku ograniczenia wielkości cząstek do 15 mm, podczas sterylizacji w temperaturze 130°C , faza płynna otrzyma bardziej możliwą do zaakceptowania wartość F_0 - nieco ponad 25 minut. Takie są warunki obróbki zwyczajowo stosowane dla zgarniakowych wymienników ciepła.

Dodatkowym ograniczeniem konwencjonalnej obróbki cieplnej, jest czas potrzebny aby ciepło dotarło do wnętrza cząstki. Jakiegokolwiek próby stosowania konwencjonalnej ciągłej obróbki termicznej cząstek większych niż 15 mm, powodują konieczność użycia wyjątkowo długiego przetrzymywacza rurowego, który mógłby przetrzymać produkt przez ponad 5 minut.

Koncentracja suchej masy

Innym problemem, na jaki napotykamy przy konwencjonalnych sposobach obróbki cieplnej, jest koncentracja cząstek stałych, która musi być ograniczona do 30-40%, tak aby zapewnić wystarczającą ilość gorącego płynu zdolną do ogrzania cząstek stałych. Dodatkowo ograniczona być musi lepkość fazy płynnej, ponieważ wraz ze wzrostem lepkości rośnie też odporność na przewodzenie ciepła. Względy te nie pomagają w utrzymaniu cząstek równomiernie zawieszonych w płynie podczas całego procesu ogrzewania, co stwarza zagrożenie wystąpienia dużych różnic pomiędzy czasem przebywania w wymienniku ciepła cząstek stałych i fazy płynnej.

Optymalne warunki procesu

Przy ogrzewaniu systemem Ohmic cząstki ogrzewane są bezpośrednio i temperatura sterylizacji może być podniesiona do $135\text{-}140^{\circ}\text{C}$ bez groźby przegrzania fazy płynnej. Co ważniejsze, system Ohmic może sterylizować znacznie większą ilość cząstek stałych zawieszonych w bardzo lepkich płynach nośnych, które są bardzo pomocne w minimalizacji różnic czasu przebywania produktu w urządzeniu.

Tak więc, system Ohmic może być stosowany do ogrzewania dużych cząstek stałych w wyższych temperaturach, przy jednoczesnym zminimalizowaniu poziomu gotowania i strat witamin. Proces w temperaturze 140°C i wartości F_0 24 minuty daje w rezultacie wartość C_0 4, podczas gdy przy temperaturze 130°C i wartości F_0 8 wartość C_0 jest podwojona.

W konkluzji należy stwierdzić, że system Ohmic pozwala osiągnąć wyższą wartość sterylizacji przy niższych wartościach gotowania dla produktów żywnościowych zawierających duże cząstki stałe, z minimalnymi różnicami czasu przebywania w urządzeniu. Są to ważne

cechy, których nie można pominąć przy wyborze procesu umożliwiającego produkcję bezpiecznej żywności, stabilnej w temperaturze otoczenia.

9. UZNANIE

Pionierskie rozwiązanie procesu termicznego Ohmic zostało uznane pewną liczbą znaczących nagród i świadectw dopuszczenia:

- 1988 - Firma APV została nagrodzona nagrodą przetwórstwa żywności "Food Processing Award" za innowację techniczną; nagroda przyznana przez czytelników Food Processing Journal.
- 1990 - Nagrody: "Du-Pont Award" i "Du-Pont Diamond Award" za pionierskie rozwiązanie procesu Ohmic. Był to pierwszy przypadek przyznania "diamentowej" nagrody firmie z poza USA.
- 1991 - Proces Ohmic nagrodzony został brytyjską nagrodą "Power for Efficiency and Productivity Award" (Energia dla Efektywności i Produktywności), a następnie nagrodą "ETA Award" Międzynarodowego Związku Producentów i Dystrybutorów Energii Elektrycznej (International Union of Producers and Distributors of Electrical Energy) jako proces wybrany za najbardziej efektywne wykorzystanie energii.
- 1992 - Brytyjski Komitet Doradczy dla Nowej Żywności i Procesów (Advisory Committee for Novel Foods and Processes), sporządził raport do ministrów: zdrowia, rolnictwa, rybołówstwa i żywności, dopuszczający system Ohmic firmy APV do produkcji dań gotowych, stabilnych w temperaturze otoczenia.
- 1993 - Nagroda Królewskiego Towarzystwa Esso, przyznana łącznie firmom EA Technology i APV w uznaniu wybitnego wkładu w dziedzinie efektywniejszego wykorzystania energii.
- 1994 - Królewska Nagroda za Osiągnięcia Technologiczne, przyznana za opracowanie systemu termicznego Ohmic do produkcji żywności stabilnej w temperaturze otoczenia.

10. PRODUKTY

Typowe przykłady produktów żywnościowych o bardzo wysokiej jakości, które zostały w pełni sprawdzone w produkcji przemysłowej lub na urządzeniach doświadczalnych:

10.1 Produkty o wysokiej zawartości kwasu

Dania warzywne - Ratatouille

Sos z warzywami do makaronów

Warzywa Provancale

Dania owocowe - Kompot owocowy

Truskawki

Sos jabłkowy

Owoc kiwi w plasterkach

10.2 Produkty o niskiej zawartości kwasu

Dania typu Pasta - Tortellini w sosie pomidorowym

	Cappalletti w sosie z bazylii
	Tagliatelle a la Creme
Dania mięsne	- Wołowina Bourignone
	Jagnie po pekińsku
	Potrawka wołowo-warzywna
	Jagnie Wala Gosht
Dania warzywne	- Curry warzywne
	Koncentrat zupy Minestrone

11. ISTNIEJĄCE INSTALACJE

Teoretyczne korzyści płynące ze stosowania technologii Ohmic są jasne, a poniżej podane są informacje na temat istniejących instalacji wykorzystywanych do produkcji handlowej oraz w celach badawczych, według stanu na sierpień 1993:

11.1 Instalacje przemysłowe

11.1.1 Systemy 300 kW

Klient :poufne

Lokalizacja:W. Brytania

Produkty :o niskiej zawartości kwasu, zaw. cząstki stałe

Uwagi :Wydajność nominalna - 3000 kg/h

Klient :poufne

Lokalizacja :USA

Produkty :o niskiej zawartości kwasu, zaw. cząstki stałe

Uwagi :Wydajność nominalna - 3000 kg/h

11.1.2 Systemy aseptyczne 75 kW

Klient : Sous Chef Ltd

Lokalizacja :W. Brytania

Produkty :Dania gotowe mięsno-warzywne o niskiej zaw. kwasu

Opakowania:Napełnianie 2,5 l "torba w kartonie" Coloreed,

dystrybucja na rynek cateringu.

:Tace, Bosch Form Fill Seal, do sprzedaży detalicznej.

Uwagi :Wydajność nominalna - 750 kg/h

Klient :Nissei

Lokalizacja :Japonia

Produkty :Mieszanki owocowe o wysokiej zaw. kwasu

Opakowania :Napełnianie 10 l "torba w kartonie" Dai Nippon,

dystrybucja na rynek cateringu i mleczarski

Uwagi :Wydajność nominalna - 750 kg/h

Klient :poufne

Lokalizacja :Europa

Produkty :Dania owocowe, mięsne i warzywne

Opakowania :poufne
Uwagi :Wydajność nominalna - 750 kg/h

Klient :poufne
Lokalizacja :Japonia
Produkty :Różnorodne produkty
Uwagi :Wydajność nominalna - 750 kg/h

11.2 Instalacje doświadczalne

Te systemy zaprojektowane zostały dla przetwórców żywności do prób w celu optymalizacji receptur i warunków obróbki przed podjęciem produkcji na dużą skalę.

11.2.1 Systemy laboratoryjne do produkcji ciągłej, 5 kW

Klient :Advanced Food Sciences
Lokalizacja :USA
Produkty :Różnorodne produkty
Uwagi :Do zainstalowania w Centrum Komerccjalizacji Ohmic;
Założone przez konsorcjum przedsiębiorstw spożywczych;
Prace badawcze i dopuszczenie FDA/USDA.
Wydajność nominalna - 50 kg/h

Klient :poufne
Lokalizacja :Europa
Produkty :Różnorodne
Uwagi :Wydajność nominalna - 50 kg/h

Klient :poufne
Lokalizacja :Japonia
Produkty :Różnorodne
Uwagi :Wydajność nominalna - 50 kg/h

Klient :poufne
Lokalizacja :USA
Produkty :Różnorodne
Uwagi :Wydajność nominalna - 50 kg/h

11.2.1 Systemy laboratoryjne do produkcji okresowej, 5 kW

Klienci :Dwóch (poufne)
Lokalizacja :Japonia
Produkty :Różnorodne
Uwagi :Ogrzewanie 1 kilogramowej partii produktu w małej komorze Ohmic. dwa takie systemy są obecnie opracowywane dla klientów.

12. WNIOSKI

- Nie ma wątpliwości, że system Ohmic otwiera przed przetwórcą żywności możliwość produkcji nowych, wysoko gatunkowych produktów o długim terminie przydatności, których produkcja jest niemożliwa przy zastosowaniu innych technik sterylizacji.
- Możliwość jednolitego ogrzewania cząstek stałych, bez mechanicznych uszkodzeń, z niższymi stratami składników odżywczych i witamin, bez przypalania na powierzchniach wymiany ciepła - jednoznacznie wskazuje, że system Ohmic odegra główną rolę w rosnącym popycie na żywność zawierającą stałe cząstki produktów.
- Ta nowoczesna technologia przetwórstwa jest obecnie wprowadzana na skalę przemysłową w różnych miejscach kuli ziemskiej.

13. PODZIĘKOWANIA

Dziękujemy Dyrektorom firmy APV Baker Ltd. za pozwolenie przedstawienia tego opracowania, oraz Radzie Energii Elektrycznej Wickej Brytanii, która udzieliła licencji na ogrzewacz Ohmic. ■

14. LITERATURA

Brown K.L., Ayres C.A., Gaze J.E. i Newman M.E.
Food Microbiology 1, 187-198 (1984).

Material sponsorowany.