

APARATURA BADAWCZA I DYDAKTYCZNA

Stanowisko do badań procesu sterylizacji surowców spożywczych stosowanych przy produkcji błonników pokarmowych

WOJCIECH TARASIUK¹, MARIUSZ LISZEWSKI²

¹POLITECHNIKA BIAŁOSTOCKA, WYDZIAŁ MECHANICZNY, BIAŁYSTOK

²ML-TECH SP. Z O.O., RUTKI-KOSSAKI

Słowa kluczowe: sterylizacja, stanowisko badawcze, surowce spożywcze

STRESZCZENIE:

W pracy przedstawiono stanowisko do badań procesu sterylizacji surowców spożywczych. Umożliwia ono sterowanie takimi parametrami jak czas sterylizacji, temperatura wygrzewania, temperatura pary wodnej. W celu weryfikacji skuteczności procesu sterylizacji w zależności od zastosowanych parametrów wykonano badania liczby drobnoustrojów oraz drożdży i pleśni w akredytowanym laboratorium. Materiałem poddanym badaniom była łuska kakao.

A stand for testing the sterilization process of food raw materials used in the production of dietary fibers

Keywords: sterilization, test bench, food raw materials

ABSTRACT:

The paper presents a stand for testing the sterilization process of food raw materials. The controlled parameters are sterilization time, soaking temperature, steam temperature. In order to verify the efficiency of the sterilization process, depending on the mentioned parameters the quantity of microorganisms as well as yeasts and molds in cocoa shells was investigated in an accredited laboratory.

1. WSTĘP

Proces sterylizacji przy produkcji produktów spożywczych zapewnia bezpieczeństwo bakteriologiczne produktu. W przypadku produkcji błonników surowcem jest najczęściej materiał będący odpadem w innym procesie produkcyjnym [1]. Spośród różnych surowców najczęściej są to: łuska kakao, łuska owsa, susz jabłkowy itp. Każda nowa partia tego samego surowca może różnić się wilgotnością, wielkością ziaren, stanem ich powierzchni, przewodnością cieplną. Te cechy z kolei warunkują parametry technologiczne sterylizacji [2-4].

Podstawowym parametrem decydującym o skuteczności rozdrabniania surowca jest wilgotność wynosząca średnio około 8%. W celu osiągnięcia w młynach ziarna na poziomie 50 μm wilgotność nie powinna przekraczać 4÷6%. Stąd pojawia się konieczność dosuszania surowca, gdyż im niższa wilgotność surowca, tym materiał staje się bardziej kruchy, a rozdrobnienie bardziej efektywne [5].

Produkty przeznaczone do spożycia mają ściśle określoną wielkość ziaren oraz dopuszczalną zawartość mikroorganizmów, które mogą mieć formę: wegetatywną, przetrwalnikową, zarodnikową. Określona dopuszczalna liczba 5×10^2 mikroorganizmów w 1 g produktu jest osiągana podczas procesu sterylizacji [6]. Znane są różne metody sterylizacji, np.: za pomocą suchego gorącego powietrza, pary wodnej pod ciśnieniem, promieniowania UV, promieniowania jonizującego, gazów i środków chemicznych. Każdy rodzaj sterylizacji ma swoje uwarunkowania i nie zawsze można go zastąpić.

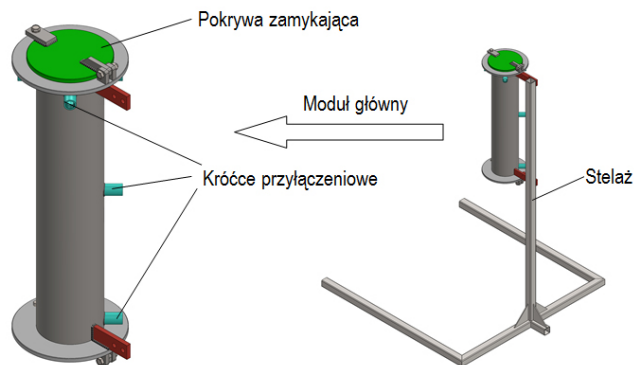
Suche gorące powietrze może być użyte zarówno do suszenia, jak i sterylizacji. Wadą tego procesu jest wydłużony czas przenikania, tj. czas osiągnięcia założonej temperatury w surowcu oraz czas właściwej sterylizacji w tej temperaturze. Oprócz małej wydajności procesu istnieje obawa utleniania surowca, a tym samym utraty niektórych cech błonnika. Promieniowanie UV nie dociera w głąb surowca, a więc nie jest skuteczne. Natomiast przy długotrwałym działaniu może być szkodliwe dla pracowników. Promieniowanie jonizujące stosowane jest najczęściej do wyjaławiania wyrobów medycznych [7, 8].

Skuteczna sterylizacja surowca może odbywać się za pomocą przegrzanej pary wodnej pod ciśnieniem, zwykle w temperaturze 150÷250°C. Istotny

jest czas nagrzewania materiału w całej swojej masie, czas sterylizacji oraz schładzania. Dodatkowym parametrem jest końcowa wilgotność surowca. Proces sterylizacji przegrzaną parą wodną wymaga dostosowania urządzenia do danego produktu, tak aby zapewnić żądaną wilgotność i maksymalny dopuszczalny poziom zawartości mikroorganizmów.

2. STANOWISKO BADAWCZE

W celu ustalenia parametrów procesu zaprojektowano i wykonano stanowisko badawcze. Wykorzystano w tym celu system CAD 3D SolidWorks [9, 10]. Tak przygotowane stanowisko umożliwia rejestrację parametrów procesu sterylizacji. Wybrana koncepcja pozwala na regulację temperatury panującej wewnątrz modułu głównego, odczyt temperatury sterylizowanego surowca w różnych częściach stanowiska (górze, środku, dole), odczyt ciśnienia. Na Rysunku 1 przedstawiono moduł wyposażony w króćce pozwalające na podłączenie czujników temperatury, manometru oraz zaworów: dostarczającego parę, wypuszczającego parę i bezpieczeństwa.



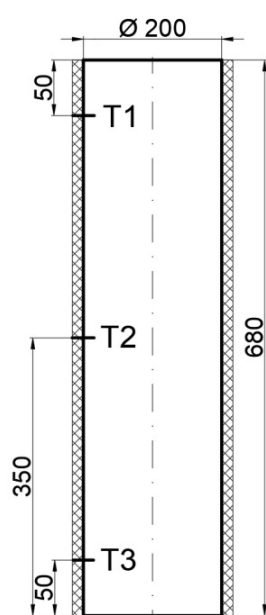
Rysunek 1 Schemat stanowiska do badań procesu sterylizacji surowców spożywczych

Stanowisko wyposażono w dwie grzałki opaskowe mikanitowe o mocy 1000 W. W dole części stanowiska, na środku i na górze umieszczono czujniki temperatury, których elementy pomiarowe znajdowały się w środku zbiornika. Takie rozwiązanie umożliwiło odczytanie rzeczywistej temperatury badanego surowca. Stanowisko zaizolowano wełną mineralną w celu zminimalizowania strat ciepła (Rys. 2).

Do uszczelnienia pokryw wykorzystano oringi z tworzywa sztucznego o odporności do 300°C. Podczas testów wytrzymały ciśnienie 0,4 MPa. Schemat rozmieszczenia czujników temperatury przedstawia Rysunek 3.



Rysunek 2 Stanowisko badawcze z oprzyrządowaniem



Rysunek 3 Schemat rozmieszczenia czujników temperatury: T1, T2, T3

Stanowisko po oprzyrządowaniu zostało przetestowane. Czujniki poddano kalibracji oraz ustalono możliwe nastawy, przy których zachodzi proces sterylizacji. Założono, że surowiec do sterylizacji ma zostać nagrany wewnątrz zbiornika powyżej temperatury 100°C. Następnie wpuszczano parę przegrzaną o temperaturze od 150 do 250°C, która była głównym czynnikiem sterylizującym. Zawory odpowiedzialne za dopływ i odpływ pary były uruchamiane przez operatora ręcznie.

3. WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Na początku określono liczbę drobnoustrojów oraz drożdży i pleśni w surowcu (łuska kakao). Uzyskane wyniki przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1 Parametry surowców przeznaczonych do badań

Nazwa próbki	Wilgotność [%]	Liczba drobnoustrojów w 1 gramie materiału	Liczba drożdży i pleśni w 1 gramie materiału
Łuska kakao	9,23	22 000	290

Dopuszczalne wartości ogólnej liczby drobnoustrojów, a w tym drożdży i pleśni, zostały przekroczone. Produkt w takim stanie nie może zostać dopuszczony do sprzedaży.

Znając charakterystykę surowca, stwierdzono parametry testu [11, 12]. Doświadczalnie ustalono, że w temperaturze 200°C surowiec nie ulega nadmiernemu przypaleniu. Jego kolor nieznacznie ciemnieje, ale nie wpływa negatywnie na sam produkt. Na Rysunku 3 pokazano różnicę między produktem wygrzewanym (2 min) w temp. 300 i 200°C.



Rysunek 4 Łuska kakao poddana wygrzewaniu (czas wygrzewania: 2 min).

Lewa strona: 300°C, prawa strona: 200°C

W celu oceny skuteczności procesu przeprowadzono próby sterylizacji. Parametry testów zawiera Tabela 2. Czas sterylizacji wynosił 4 min. Przez pierwsze 2 minuty materiał był wygrzewany, przez kolejne dwie dostarczana była para przegrzana o temperaturze wskazanej w Tabeli 2.

Tabela 2 Parametry badań procesu sterylizacji

Nazwa próbki	Temperatura wygrzewania [°C]	Temperatura pary wodnej [°C]	Czas wygrzewania [min]	Czas sterylizacji [min]
Pr_1	200	150	2	2
Pr_2	200	200	2	2
Pr_3	200	250	2	2

Tabela 3 Wyniki sterylizacji łuski kakao

Nazwa próbki	Wilgotność przed sterylizacją [%]	Wilgotność po sterylizacji [%]	Liczba drobnoustrojów w 1 gramie materiału [wartość średnia]	Liczba drożdży i pleśni w 1 gramie materiału [wartość średnia]
Pr_1	9,23	4,72	530	130
Pr_2	9,23	4,85	290	<10
Pr_3	3,23	3,26	<10	<10

Wyniki dotyczące ogólnej liczby drobnoustrojów oraz zawartości drożdży i pleśni przedstawiono w Tabeli 3.

Uzyskane wyniki wskazują, że próbka nr 3 zapewnia skuteczność procesu sterylizacji, a jej wilgotność sprzyja efektywnemu rozdrabnianiu podczas mikronizacji. Na podstawie uzyskanych wyników możemy prognozować skuteczność procesu w zależności od temperatury pary wodnej. Zaprojektowane stanowisko pozwala na wyznaczenie optymalnych parametrów procesu.

4. WNIOSKI

Bezpieczeństwo mikrobiologiczne w przypadku surowców stosowanych w przemyśle spożywczym jest bardzo ważnym czynnikiem. Zaprojektowane

stanowisko pozwala na badanie różnych nastaw parametrów (temperatura wygrzewania, temperatura pary przegrzanej, czas sterylizacji) odpowiedzialnych za skuteczność procesu sterylizacji.

Przeprowadzone badanie pozwala na stwierdzenie, że sterylizacja łuski kakao zapewni bezpieczeństwo mikrobiologiczne w przypadku gdy:

- czas wygrzewania surowca będzie wynosił 2 minuty, a temperatura wygrzewania będzie nie mniejsza niż 200°C,
- temperatura pary przegrzanej będzie wynosiła 250°C, a czas jej oddziaływania będzie wynosił 2 minuty.

Konflikt interesów: Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

LITERATURA

- [1] El-Beltagy A., Gamea G. R., Amer Essa A. H., 2007. Solar drying characteristics of strawberry. *J. Food Eng.* 78, 456-464.
- [2] Henderson S. M., Pabis S., 1961. Grain drying theory. II. Temperature effects on drying coefficients. *J. Agric. Eng. Res.* 6, 169-174.
- [3] Midilli A., Kucuk H., Yapar Z., 2002. A new model for single-layer drying. *Drying Technol.* 20(7), 1503-1513.
- [4] Paślawska M., Stępień B., Jałoszyński K., 2010. Zmiany parametrów barwy owoców jagodowych wywołane suszeniem, przechowywaniem i rehydracją. *Inżynieria Rolnicza* 2(120), 95-102.
- [5] Krupicz B., Liszewski M., 2009. Współczynnik restytucji prędkości cząstek podczas zderzenia z łopatkami młynka wirnikowego. *Tribologia* 225(3), 87-97.

- [6] Dziennik Ustaw nr 37, Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 stycznia 2003 r. w sprawie maksymalnych poziomów zanieczyszczeń chemicznych i biologicznych, które mogą znajdować się w żywności, składnikach żywności, dozwolonych substancjach dodatkowych, substancjach pomagających w przetwarzaniu albo na powierzchni żywności.
- [7] Barsukov V. V., Tarasiuk W., Shapovalov V. M., Krupicz B., Barsukov V. G., 2017 Express Evaluation Method of Internal Friction Parameters in Molding Material Briquettes. *Journal of Friction and Wear* 38(1), 71-76.
- [8] Komolka P., Górecka D., 2012. Wpływ obróbki termicznej warzyw kapustnych na zawartość błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (81), 68-76.
- [9] Łukaszewicz A., Panas K., Szczebiot R., 2018. Design process of technological line to vegetables packaging using CAx tools. *Proceedings of 17th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development*, May 23-25, 2018, Jelgava, Latvia, 871-876.
- [10] Mircheski I., Łukaszewicz A., Trochimczuk R., Szczebiot R., 2019. Application of CAx system for design and analysis of plastic parts manufactured by injection moulding. *Proceedings of 18th International Scientific Conference on Engineering for Rural Development*, May 22-24, 2019, Jelgava, Latvia, 1755-1760.
- [11] Szulc K., Lenart A., 2016. Wpływ parametrów suszenia rozpyłowego na barwę proszków z czarnego bzu. *Bromat. Chem. Toksykol.* 49(4), 732-735.
- [12] Krzykowski A., Dziki D., Domin M., Kupryaniuk K., 2018. Wpływ parametrów konwekcyjnego i sublimacyjnego suszenia owoców bzu czarnego (*sambucus nigra* L.) na kinetykę procesu i barwę suszu. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 593, 39-48.