

UWARUNKOWANIA TECHNOLOGICZNE I TECHNICZNE PRODUKCJI LODÓW SPOŻYWCZYCH

Ewelina Kobyłko

Streszczenie. Przedmiotem analizy była technologia i wyposażenie wykorzystywane w produkcji lodów spożywczych oraz przedstawienie rozwoju wiedzy dotyczącej procesu produkcyjnego. Dokonano charakterystyki kolejnych etapów projektowania produktu, rozpatrując bazę surowcową oraz poszczególne etapy procesu jego wytwarzania. Przeanalizowano czynniki warunkujące odpowiednią konsystencję, smak, lepkość, trwałość i spowolnienie procesu topnienia lodów. Ponadto oceniono maszyny i linie produkcyjne wykorzystywane w produkcji lodów. Wykazano, że optymalizowanie procesów produkcyjnych oraz znajomość uwarunkowań technologicznych w znaczący sposób wpływa na jakość produktu finalnego. Obecne badania w obszarze produkcji lodów spożywczych wiążą się z projektowaniem nowoczesnych linii produkcyjnych, usprawnieniem procesów oraz wprowadzaniem na rynek produktów o finezyjnych kształtach.

Słowa kluczowe: lody spożywcze, desery mrożone, zamrażanie, homogenizacja, mieszanie, pasteryzacja, rynek lodów

WSTĘP

W ostatnich latach w Polsce nastąpił dynamiczny rozwój gałęzi przemysłu mleczarskiego związanego z produkcją deserów mrożonych. Według Euromonitor International [2013], konsumpcja lodów spożywczych, podstawowego produktu z tego obszaru, będzie wykazywała tendencję wzrostową, a wydatki konsumentów na te produkty zwiększą się nawet o 7% w porównaniu z rokiem poprzednim. Spożycie lodów przewyższyło 3 litry na osobę, w porównaniu z USA (22 l/os.) nie jest to jednak wysoki wskaźnik. Czynnikiem charakteryzującym polski rynek lodów jest duża sezonowość zarówno produkcji, jak i konsumpcji. Największy popyt odnotowuje się w okresie letnim [Szajner 2009]. Badania dotyczące preferencji smakowych wskazują, że Polacy najczęściej wybierają lody tradycyjne: śmietankowe (32% respondentów), waniliowe (20%) i owocowe (13%) [Bulwarska i Florowska 2011]. Aspektem, który wpływa na wzrost popytu na lody jest tendencja do traktowania żywności nie tylko jako czynnika zaspokajającego

głód, ale również jako ważnego aspektu życia kulturalnego i społecznego. Wiąże się to ze wzrostem wymagań konsumenckich, a tym samym z intensyfikacją procesów produkcyjnych dla zapewnienia odpowiedniej trwałości, smaku, zapachu oraz konsystencji produktów.

Największy udział w rynku mają mleczne lody spożywcze, wartość ta szacowana jest na 80–90% całkowitej produkcji. Ze względu na bazę surowcową lody spożywcze dzielimy na cztery główne kategorie: wyprodukowane z tłuszczu mlecznego i białka mlecznego, zawierające dodatkowo tłuszcz roślinny, sorbety powstałe z soków owocowych oraz lody wodne składające się z wody, cukru, koncentratów owocowych. W tabeli 1 przedstawiono formuły charakterystyczne dla wyżej wymienionych kategorii [Bylund 1995; Clarke 2012; Webb i Arbuckle 1977; Kilara i Chandan 2007].

Tabela 1 Skład typowych lodów
Table 1. Typical ice cream formulations

Nazwa produktu Product	Tłuszcze (mleczny, roślinny), % masy Fats (milk, plant), % of mass	Sucha masa beztuszczo- wowa (białka, sole mineralne, laktoza), % masy Dry matter without fat (proteins, mineral salts, lactose), % of mass	Cukry, % masy Sugar, % of mass	Emulgatory i stabilizatory, % masy Emulsifiers and stabilizers, % of mass	Woda, % masy Water, % of mass	Objętość powietrza w produkcji, % obj. Air volume in products, % of vol.
Mleczne lody spożywcze Milk ice cream	10–18	10–14	9–13	0,3–0,5	60–72	100
Lody spożywcze z dodatkiem tłuszczy roślin- nych Ice cream with plant fat	10–16	10–14	9–13	0,3–0,5	60–72	100
Sorbety Sorbets	2	4	22	0,4	77,8	50
Lody wodne Water ice cream	0	0	22	0,2	77,8	0

Zważywszy na ogromny udział mlecznych deserów mrożonych w rynku, ważnym aspektem jest ich klasyfikacja zależnie od stopnia zawartości tłuszczu. Wyróżniamy cztery grupy produktów: o minimalnej zawartości tłuszczu mlecznego (< 10%), regularny (10–12%), premium (14–16%) i super premium (16–18%) [Kilara i Chandan 2008].

Właściwy dobór składników i projektowanie bazy surowców kształtuje cechy sensoryczne (smak, zapach, barwa, konsystencja, słodycz) oraz jakość, którą warunkują między innymi puszystość, lepkość, topliwość oraz cena produktu [Kobyłko 2013]. Do

produkcji lodów stosuje się głównie surowce stałe, wśród których wyróżniamy: tłuszcz mleczny, tłuszcz roślinny, cukier, mleko w proszku, proszek jajeczny, produkty powstałe w wyniku hydrolizy skrobi, stabilizatory, emulgatory oraz surowce płynne przede wszystkim wodę, śmietanę i mleko [Gruda i Postolski 1999]. W tabeli 2 przedstawione są główne składniki mieszanki lodowej oraz ich funkcje.

Tabela 2. Funkcje najważniejszych składników lodów spożywczych [Kennedy 2000, Clarke 2012, Lawson 1999, Mahungu i Artz 2002, Lewis 2007]

Table 2. Functions of important ice cream ingredients [Kennedy 2000, Clarke 2012, Lawson 1999, Mahungu and Artz 2002, Lewis 2007]

Składniki Components	Charakterystyka Characteristics	Funkcje Function
Tłuszcze Fats	tłuszcz mleczny (mieszanina 400 różnych kwasów tłuszczowych, w czym 25% to krótko- i średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe)	powoduje zwiększenie walorów smakowych, występowanie puszystej struktury oraz pożądanych właściwości topnienia.
	tłuszcz roślinny (olej słonecznikowy, kokosowy, palmowy, sojowy).	dodatek tłuszczu roślinnego całkowity lub częściowy powoduje niepożądane zmiany w barwie oraz walorów smakowych; zaletą jest niska cena
Sucha masa beztłuszczowa Fatless dry matter	laktoza (cukier mleczny), białka serwatkowe, kazeina, witaminy, minerały, enzymy, kwasy	warunkują prawidłowy przebieg procesu napowietrzania, emulsyfikacji oraz czynników poprawiających lepkość lodów; powodują wydłużenie czasu topnienia produktu, zwiększenie lepkości, poprawę konsystencji
Substancje słodzące Sweeteners	cukry (Sacharoza, glukoza, fruktoza) oraz substancje słodzące (np. sorbitol, mannitol)	zapewnia słodki smak lodów, kontroluje powstawanie kryształków lodu wodnego, poprawia konsystencję, występowanie puszystej struktury, zwiększenie lepkości
Stabilizatory Stabilizers	m.in. Karboksymetylocelluloza, mączka chleba świętojańskiego, guma guar, karagenina, alginian sodu	warunkuje uczucie kremowej konsystencji, zapobiega rozwarstwianiu struktury lodów, powstawanie stabilnej puszystej struktury, redukuje stopień topnienia lodów, opóźnianie powstawania kryształków lodu wodnego
Emulgatory Emulsifiers	lecetyna, mono- i diacyloglicerole, (Polisorbate 80, cząsteczki glukozy związane kwasem oleinowym)	umożliwia rozproszenie drobnych kropli tłuszczu, ułatwia proces napowietrzania, nadaje kremową konsystencję, redukuje czas ubijania mieszanki, wydłuża czas topnienia lodów, umożliwia interakcję białko-tłuszcz
Dodatki smakowe Taste additives	po pochodzenia naturalnego (np. wanilia owoce, kakao); syntetyczne (np. wanilina)	świadczą o jakości, nadają smak, odpowiedni ich dobór warunkuje trwałość produktu
Barwniki Dyestuffs	substancje ekstrahowane z roślin	nadanie, ujednoczenie bądź wzmocnienie barwy
Woda Water		stanowi fazę dyspergującą dla składników lodów, nadaje odpowiednią strukturę podczas procesu zamrażania

Zaprojektowanie odpowiedniego procesu technologicznego produkcji lodów spożywczych wymaga znajomości ich struktury. Stanowią one złożony układ rozproszonych pęcherzyków powietrza w niecałkowicie zamrożonej fazie ciągłej, która składa się z 60–78% wody. Ponadto niektóre składniki lodów występują w tej fazie w postaci emulsji (stabilizatory, tłuszcze), zawiesin, roztworów (sole, cukry) bądź koloidów (białka stabilizatory). Jakość gotowego produktu jest uwarunkowana w dużym stopniu przez koloidalną naturę lodów oraz występujące w niej elementy: częściowo skoagulowane cząstki tłuszczu, pęcherzyki powietrza, kryształki lodu wodnego. Bardzo ważny wpływ na formę i wartość finalnego wyrobu mają poszczególne procesy, takie jak: pasteryzacja, homogenizacja, dojrzewanie mieszanki lodowej, zamrażanie oraz utwardzanie [Toker i in. 2012]. Ich analiza pozwala na skomponowanie odpowiedniej receptury, zaprojektowanie linii produkcyjnej oraz dobór technologii, która umożliwi produkcję wysokiej klasy lodów spożywczych.

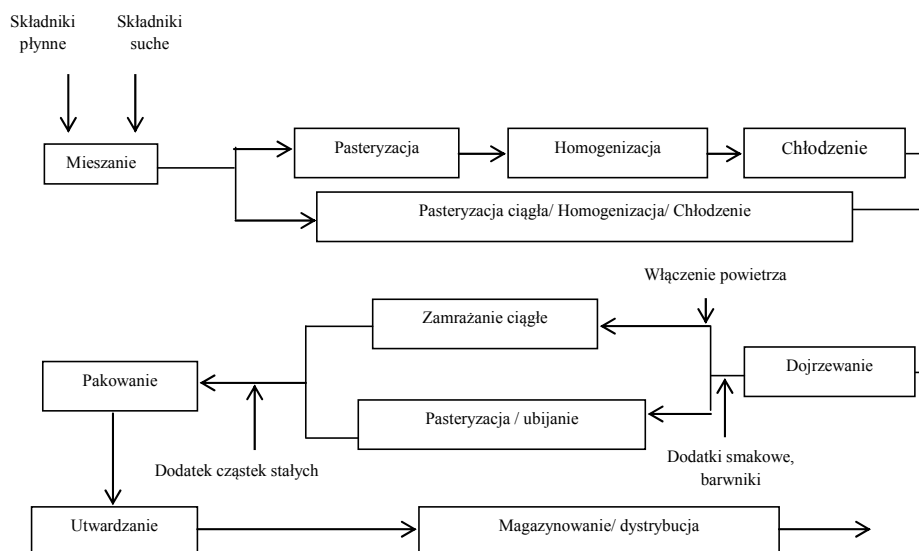
Stąd celem pracy było przeprowadzenie analizy potwierdzającej, że optymalizacja procesu produkcji lodów i odpowiednia wiedza o technologii determinują jakość produktów.

TECHNOLOGIA PRODUKCJI LODÓW – CZYNNIKI WARUNKUJĄCE JAKOŚĆ

Utrzymanie równowagi pomiędzy kosztami związanymi z produkcją oraz wysoką jakością produktu jest największym wyzwaniem dla wytwórców. Wysokie wymagania konsumentów oraz zwiększający się stale popyt na desery mrożone zmusza producentów do nowocześniejszej technologii poprzez jednoczesne wprowadzanie czynników minimalizujących koszty produkcji. Odpowiedni projekt procesów produkcyjnych wraz z doбором optymalnej kompozycji właściwości, takich jak struktura, kształt, smak, stopień zamrożenia, puszystość i lepkość masy lodowej, mają znaczący wpływ na jakość lodów spożywczych. Poniżej przedstawiono schemat przemysłowej produkcji lodów (rys. 1).

Mieszanie

Pierwszym etapem produkcji lodów spożywczych jest przygotowanie mieszaniny. Proces ten odbywa się w kadziach, do których automatycznie dozowane są składniki płynne (śmietanka, mleko, woda) i mieszane w temperaturze 4,4°C. W przypadku, gdy mieszanina zawiera tłuszcz mleczny pochodzący z masła w kombinacji z odtłuszczonym mlekiem w proszku stosuje się mieszanie w temperaturze 45°C. Substancje suche, w tym substancje słodzące, stabilizatory, emulgatory, dodawane są do płynnej masy [Kilara i Chandan 2008]. Należy zwrócić uwagę na dozowanie substancji stabilizujących, gdyż podczas niego mogą tworzyć grudki [Clarke 2012]. Ilość stabilizatora warunkuje konsystencję produktu. Mieszanka lodowa zawierająca dużą ilość tłuszczu mlecznego wymaga mniejszej ilości stabilizatora. Jeśli produkt w trakcie przechowywania będzie poddany częstym zmianom temperatury, należy dodać większą ilość substancji stabilizującej [Chandan 2008]. Przykładem maszyn używanych do mieszania składników jest mikser turbinowy lub urządzenie przygotowania mieszanki z jednostką rozpuszczania proszku (triblender) firmy Technomix (rys. 2) [Dickey 2009].



Ryc. 1. Schemat procesu technologicznego produkcji lodów spożywczych [Goff 2009]

Fig. 1. Ice cream production flow chart



Rys. 2. Mikser Breddo Likwifier oraz urządzenie przygotowania mieszanki z jednostką rozpuszczania proszku (triblender) firmy Technomix

Fig. 2. Breddo Likwifier mixer and triblender mixer (Technomix)

Pasteryzacja i homogenizacja

Proces pasteryzacji polega na poddaniu mieszanki lodowej obróbce termicznej w celu zabicia bakterii. W produkcji lodów spożywczych stosowane są dwie metody pasteryzacji. Metoda LTLT (Long-Temperature-Long-Time) prowadzona jest w temperaturze do 70°C przez 30 min lub metoda HTST (High-Temperature-Short-Time) przebiegająca w temperaturze 79,9°C przez 25 sek w procesie pasteryzacji mieszanki lodowej w ruchu ciągłym.

W procesie ciągłej pasteryzacji używane są pasteryzatory i sterylizatory płytowe posiadające wymienniki ciepła. Zbudowane są z trzech sekcji: regeneracji, ogrzewania oraz ochładzania. Mieszanka lodowa jest nagrzewana do temp 79,9°C następnie przechodzi przez system rur (w czasie 25 sekund) i trafia do sekcji regeneracji, gdzie oddaje ciepło następczej porcji mieszanki lodowej gotowej do pasteryzacji. Kolejnym etapem jest homogenizacja mieszaniny, czyli tworzenie homogenicznej struktury masy lodowej. W temperaturze niższej niż 70°C zawartość przechodzi przez zawór pod ciśnieniem ok. 20 MPa. Celem tego procesu jest rozbicie drobin tłuszczu oraz stworzenie stabilnych emulsji płynów wykazujących skłonności do tworzenia zawieszin. Częstki tłuszczu mają wymiar ok. 1 μm , dzięki czemu poprawia się konsystencja produktu, skraca się czas ubijania masy oraz wydłużenie czasu topnienia. Homogenizatory mogą pracować samodzielnie lub razem z pasteryzatorami płytowymi tworzyć linie pasteryzująco-homogenizujące [Mosh 2010].

Jednorodna mieszanina zostaje ochłodzona do temperatury 4°C oraz za pomocą pomp dostarczona do zbiorników, w których mieszanka oczekuje na proces zamrażania [Kilara i Chandan 2007; Clarke 2012; Goff 2009; Webb i Arbuckle 1997]. Rysunek 3 przedstawia przykładowe maszyny używane do pasteryzacji w produkcji lodów spożywczych natomiast rysunek 4 ilustracje typowych homogenizatorów.



Rys. 3. Pasteryzator i sterylizator płytowy firmy Spomasz Bełżyce S.A (wydajność do 25 000 l/h) oraz maszyna do pasteryzacji zbiornikowej (LTLT) firmy Technomix (wydajność do 1000 l/h.).

Fig. 3. Plate pasteurizer and sterilizer produced by Spomasz Bełżyce S.A (productivity up to 25 000 l/h), batch pasteurizer (LTLT) produced by Technomix (productivity up to 1000 l/h).

Dojrzewanie mieszanki lodowej

Kolejnym etapem produkcji lodów spożywczych jest proces dojrzewania mieszanki lodowej w temperaturze ok. 4°C. Czas potrzebny na przeprowadzenie tej operacji wynosi 3 do 16 h i zależy w dużej mierze od użytych stabilizatorów. Podczas tego procesu następuje między innymi hydratacja substancji stabilizujących, zastąpienie cząsteczek białek przez cząsteczki emulgatorów oraz krystalizacja drobin tłuszczu. Wszystkie te procesy są niezbędne, warunkują zarówno jakość, jak i pożądaną strukturę lodów.

W trakcie procesu dojrzewania mieszanka lodowa jest kilkakrotnie mieszana, ponadto po jego zakończeniu wprowadzone są barwniki oraz dodatki smakowe, które muszą charakteryzować się czystością mikrobiologiczną. Istnieją trzy sposoby wprowadzenia substancji nadających smak lodom: bezpośrednio do mieszanki przed procesem zamrażania (czekolada, mięta, wanilia), bezpośrednio po zamrażaniu (orzechy, cząstki owoców), bądź przed procesem pakowania [Clarke 2012].



Rys. 4. Homogenizator firmy Spomasz Bełżyce S.A (wydajność do 10 000 l/godz.) oraz homogenizator firmy Technomix.

Fig. 4. Homogeniser produced by Spomasz Bełżyce S.A (productivity 10 000 l/h), homogeniser produced by Technomix.

Zamrażanie oraz napowietrzanie

Decydujący wpływ na konsystencję, a tym samym na cechy sensoryczne lodów ma odpowiednio przeprowadzony proces zamrażania. Ma on na celu częściowe skrzystalizowanie wody oraz wprowadzenie powietrza do mieszanki lodowej. Proces zamrażania odbywa się w maszynach zwanych frezermi. W dużych zakładach produkcyjnych, gdzie produkcja przekracza 1875 l/dzień stosowane są frezery o pracy ciągłej. Mieszanka lodowa transportowana jest do metalowego zbiornika otoczonego przez płaszcz chłodzący, w którym najczęściej używanym czynnikiem chłodzącym, jest amoniak [Hartel 1996]. Dzięki temu możliwe jest obniżenie temperatury wsadu od $-3,5^{\circ}\text{C}$ do -7°C . We wnętrzu zbiornika znajduje się wał, na którym umieszczone są metalowe ostrza. Masa w postaci półpłynnej w kontakcie ze ściankami zbiornika ulega zamrożeniu, tworząc cienką warstwę kryształków lodu wodnego na powierzchni zbiornika. Jest ona usuwana za pomocą rotujących ostrzy oraz rozpraszana w zbiorniku. Ważne jest, aby ten proces przebiegał w krótkim czasie, gdyż wielkość kryształków lodu wodnego warunkuje „gładką” konsystencję produktu. W standardowych frezerach ostrza usuwają zamrożoną warstwę co 0,0075 s [Cook i Hartel 2010].

Istotnym czynnikiem jest dobór optymalnej temperatury zamrażania mieszaniny. Jej wartość powinna być taka, aby warunkowała równomierny wzrost kryształów lodu

wodnego, zwiększała mobilność cząstek w mieszance lodowej, co będzie hamowało powstawanie grudkowatej konsystencji lodów. Bardzo ważnym czynnikiem jest również szybkość mieszania w zbiorniku. Zbyt duża szybkość obrotowa wału z ostrzami generuje ciepło, które powoduje topnienie kryształków w mieszance lodowej, a tym samym obniżenie jakości produktu [Cook i Hartel 2010]. Optymalizacja procesu zamrażania i napowietrzania odgrywa kluczową rolę w produkcji lodów spożywczych.

Mieszanka lodowa w stanie półpłynnym, zawierająca dużą ilość niewielkich kryształków, ulega napowietrzaniu dzięki rotującym ostrzom. Proces mieszania zachodzący we frezerach umożliwia wprowadzenie powietrza, a tym samym przyrost masy o 50–150% [Kennedy 2000]. Mieszanka lodowa o temperaturze ok. -6°C zawierająca 50% skrzystalizowanej wody opuszcza zbiornik.

Frezery o pracy ciągłej są bezpośrednio połączone z liniami ekstruzyjnymi ciągłego formowania lodów. Wstępnie zmrożona i napowietrzona mieszanka zostaje rozdzielona na porcje, które są odpowiednio kształtowane oraz dozowane. W zależności od pożądanego kształtu wyróżniamy lody formowane w wyniku ekstruzji pionowej z systemem wbijania patyków (wydajność maksymalna do 16 000 szt./h) oraz z systemem podawania wafli, lody dozowane w gotowe opakowania (wydajność 4000–12 000 szt./h) produkty w formie rolad z wykorzystaniem ekstruzji poziomej (wydajność maksymalna 900 szt./h). Wytworzone produkty przenoszone są za pomocą tunelu spiralnego do komory szokowego zamrażania i pozostają tam przez ok. 18 min. Celem tego procesu jest utwardzenie mieszanki lodowej, które spowodowane jest dzięki narastaniu kryształów lodu wodnego. Produkty osiągają temperaturę do -40°C . Za pomocą chwytaków przenoszone są do sekcji glazurowania, czyli pokrycia zewnętrznej warstwy (np. czekoladą) [Clarke 2012; Webb i Arbuckle 1997].



Rys. 5. Przykład Linii ekstruzyjnej ciągłego formowania lodów firmy ATM GROUP
Fig. 5. An example of extrusion line for continuous ice cream production (ATM GOUP)

Końcowym etapem produkcji lodów jest ich pakowanie. Należy zwrócić szczególną uwagę na typ zastosowanego opakowania, które powinno charakteryzować się między innymi odpornością na wahania temperatury, integralnością z produktem, brakiem pochłaniania obcych zapachów.

Magazynowanie lodów spożywczych powinno odbywać się w temperaturze -29°C . Istotnym aspektem jest zachowanie odpowiednich warunków przechowywania produktów, takich jak stała temperatura, wilgotność i odpowiednia cyrkulacja powietrza.

Technologie poprawiające jakość lodów spożywczych

Jednym z krytycznych etapów produkcji lodów jest zamrażanie mieszanki lodowej. Decyduje ono zarówno o jakości, jak i o właściwościach gotowego produktu. Badania nad nowymi technologiami usprawniającymi ten proces są prowadzone na szeroka skalę. Metoda zamrażania HPLT (High Pressure-Low Temperature), czyli wykorzystanie podwyższonego ciśnienia oraz obniżonej temperatury (-25°C), ma istotny wpływ na jakość lodów spożywczych [Volkert i Puaud 2011].

Huppertz i in. [2011] przeprowadzili badania, w których wykorzystując wysokie ciśnienie w zakresie 200–500 MPa, zamrażali mieszanek lodową. W wyniku tego eksperymentu zauważyli znaczącą poprawę właściwości półproduktu, przede wszystkim zwiększoną lepkość, poprawę konsystencji, tworzenie drobniejszych kryształków lodu wodnego, stabilizację pęcherzyków powietrza oraz zmniejszoną odporność na topnienie w porównaniu z lodami otrzymanymi metodami tradycyjnymi [Huppertz i Smiddy 2011; Bolliger 2000]. Metoda HPLT jest nowatorską techniką, która w przyszłości może mieć szerokie zastosowanie w produkcji lodów spożywczych.

PODSUMOWANIE

Projektowanie technologii produkcji lodów spożywczych jest złożonym procesem, który wymaga wiedzy między innymi z zakresu technologii żywności, biotechnologii, chemii fizycznej oraz inżynierii procesowej. Odpowiedni dobór bazy surowcowej oraz skrupulatna analiza poszczególnych etapów procesu pozwalają na wyeliminowanie czynników negatywnie wpływających na jakość produktu.

Proces opracowywania technologii produkcji lodów spożywczych rozpoczyna się od selekcji surowców. Mieszanka lodowa oprócz podstawowych składników takich jak tłuszcze, sucha masa beztłuszczowa, substancje słodzące, woda, dodatki smakowe, powinna zawierać stabilizatory oraz emulgatory. Substancje te poprawiają konsystencję produktu, redukują stopień topnienia lodów, zapobiegają ich rozwarstwianiu, umożliwiają powstanie puszystej struktury.

W procesie przemysłowej produkcji lodów spożywczych istotnym aspektem jest również dobór odpowiedniej linii produkcyjnej, charakteryzującej się efektywnością, ciągłością produkcji oraz znacznym stopniem zautomatyzowania. Efektem będzie zmniejszenie kosztów produkcji przy zachowaniu wysokiej jakości produktów.

Niezwykle ważna jest analiza wpływu temperatury podczas produkcji lodów. Proces mieszania masy lodowej, zawierającej dużą ilość tłuszczu mlecznego, powinien przebiegać w stosunkowo wyższej temperaturze niż proces łączenia składników sorbetu lub lodów wodnych. Bardzo istotne znaczenie ma dobór temperatury podczas zamrażania. Tworzenie kryształów lodu wodnego jest czynnikiem determinującym kremową konsystencję produktu, a tym samym jego jakość. Struktura podczas procesu zamrażania powinna charakteryzować się dużą zawartością niewielkich kryształków lodu wodnego.

W tym etapie niezmiernie ważny jest odpowiedni dobór warunków procesu. Temperatura powinna wynosić od $-3,5$ do -7°C w zależności od szybkości mieszania w zbiorniku. W przypadku zbyt niskiej temperatury, tworzące się kryształki będą zbyt duże, aby zachować gładką konsystencję masy lodowej. Dobór nadmiernie wysokiej temperatury uniemożliwi wzrost kryształów bądź wydłużenie procesu oraz zwiększenie jego kosztów.

Niewątpliwie technologia produkcji lodów spożywczych jest bardzo obiecującą gałęzią branży spożywczej ze względu na ciągły wzrost popytu na desery mrożone. Duże wymagania konsumentów w odniesieniu do jakości produktu prowadzą do zwiększenia nakładów na tworzenie nowych technologii produkcji.

PIŚMIENNICTWO

- Anonim, Ice cream in Poland, Euromonitor International, 2013.
- Bolliger S., Kornbrust B., Goff H.D., Tharp B.W., Windhab E.J., 2000. Influence of emulsifiers on ice cream produced by conventional freezing and low-temperature extrusion processing, Elsevier.
- Bulwarska M., Florowska A., 2011. Lody z dodatkami prozdrowotnymi, Przemysł Spożywczy, 9, Wyd. SIGMA-NOT.
- Bylund G., 1995. Dairy Processing Handbook, Tetra Pak Processing Systems AB, Lund, 385–393.
- Clarke Ch., 2012. Ice cream ingredients. [w:] The Science of Ice Cream, Royal Soc. of Chemistry Publishing, Cambridge, 69–93.
- Clarke Ch., 2012. Making ice cream in the factory [w:] The Science of Ice Cream, Royal Soc. of Chemistry Publishing, Cambridge, 41–68.
- Clarke Ch., 2012. The story of ice cream[w]: The Science of Ice Cream, Royal Soc. of Chemistry Publishing, Cambridge, 1–14.
- Cook K.L.K., Hartel R.W., 2010. Mechanisms of Ice crystallization in ice cream production, Comprehensive review in food science and food safety, vol. 9, Institute of Food Technologists, 213–222.
- Dickey D.S., 2009. Equipment design, [w:] Food mixing: Principles and Applications, Blackwell Publishing Ltd., 73–89.
- Goff H.D., 2009. Significance of Lactose in Ice Cream, [w:] Advanced Dairy Chemistry, Volume 3 – Lactose, Water, Salts and Minor Constituents (3rd Edition), Springer – Verlag, S. 69–79.
- Gruda Z., Postolski J., 1999. Zamrażanie żywności, Wyd. Nauk.-Tech., Warszawa, 443–460.
- Hartel R.W., 1996. Ice crystallization during the manufacture of ice cream, Trends in Food Science & Technology, Elsevier, 315–321.
- Huppertz T., Smiddy M.A., Goff H.D., Kelly A.L., 2011. Effects of high pressure treatment of mix on ice cream manufacture, Elsevier.
- Kennedy Ch.J., 2000. Freezing processed foods [w]: Managing Frozen Foods, Woodhead, Cambridge, 149–156.
- Kilara A., Chandan R., 2009. Ice Cream and Frozen Desserts [w]: Dairy Processing and Quality Assurance, Wiley, 357–386.
- Kobyłko E., 2013. Technologia produkcji lodów spożywczych, a ich jakość sensoryczna, Kat. Chłodn.i Energetyki Przem. Spoż. UP w Lublinie, (praca inż.), 6–37.
- Lawson P., 1999. Maltitol and maltitol syrup [w]: Sweeteners, 3rd Edition, Wiley-Blackwell, 211–212.

- Lewis D.F., 2007. Microstructure of frozen and dairy- based confectionery products [w]: Structure of Dairy Products, Wiley-Blackwell, Ayr, 236–257.
- Mahungu S.M., Artz W.E., 2001. Emulsifiers [w]: Food Additives, Marcel Dekker, New York, 787–191.
- Mohs B., 2010. Dairy Products [w]: Refrigeration, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Atlanta, rozdz. 33, 14–24.
- Szajner P., 2009. Rynek lodów w Polsce, Przemysł Spożywczy, 5, Wyd. SIGMA-NOT.
- Toker O.S., Karaman S., Yuksel F., Dogan M., Kayacier A., Yilmaz M.T., 2012. Temperature dependency of steady, dynamic and creep-recovery rheological properties of ice cream mix, Springer Science +Business Media, New York.
- Volkert M., Puaud M., Wille H.J., Knorr D., 2011. Effects of High Pressure-Low Temperature treatment on freezing behavior, sensorial properties and air cell distribution in sugar in rich dairy based frozen food foam and emulsions, Innovative Food Sciences & Emerging Technologies.
- Webb B.H., Arbuckle W.S., 1997. Freezing of dairy products [w]: Fundamentals of food freezing, The AVI Publishing Company, Inc., 357–395.

TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL CONDITIONS OF ICE CREAM PRODUCTION

Abstract. The object of the study was production technology and technological solutions used in ice cream production process. Following stages of manufacturing process have been evaluated such as designing of ingredients base, balanced mixture, pasteurization, homogenization, cooling, ageing, freezing and hardening. Further analysis were taken according to factors which have a bearing on various ice cream properties, e.g: consistency, taste, viscosity, durability, the slowdown of melting process as well as production lines and machinery used in ice cream manufacturing. Moreover machinery and ice cream production lines were evaluated. The purpose of the present study was to prove that the optimization of ice cream production process and extensive knowledge about technological determinants can strongly affect the quality of products. The research which has been so far conducted in the field of ice cream production are mainly about expediting process, designing modern production lines and launching sophisticated products.

Key words: ice cream, frozen desserts, freezing, homogenization, pasteurization, ice cream market