



## Wady lodów i mlecznych deserów mrożonych – uwarunkowania i zapobieganie

Waldemar Dzwolak

Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością  
Wydział Nauki o Żywności  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

\*Kontakt e-mail: waldekdz@uwm.edu.pl

Kryteria oceny jakości lodów i deserów mrożonych obejmują przede wszystkim cechy smakowo-zapachowe, wygląd, strukturę i konsystencję oraz teksturę [5, 9, 12, 16]. Ze względu na dużą różnorodność składników oraz złożoność procesu technologicznego, w każdym z tych obszarów istnieje możliwość powstawania niezgodności i wad [9]. Niezgodności te najczęściej dzieli się na cztery podstawowe grupy: strukturę i konsystencję, teksturę, smak i zapach oraz barwę i wygląd zewnętrzny [7, 8, 14, 20].

Dla zrozumienia mechanizmów powstawania oraz zapobiegania wadom kluczowa jest znajomość funkcji poszczególnych składników mieszanki lodziarskiej. W tabeli 1 przedstawiono ich wpływ na właściwości mieszanki i wyrobu gotowego, związane z kształtowaniem struktury, tekstury, smaku, zapachu oraz wyglądu.

**Tabela 1.** Tendencje wpływu składników mieszanki lodziarskiej na wybrane właściwości mieszanki lodziarskiej i lodów [9]

Wyszczególnienie	Składniki mieszanki lodziarskiej*						
	tłuszcz	białko	emulgatory	stabilizatory	substancje słodzące	dotatki smakowo-zapachowe	sucha masa beztłuszczowa mleka (smbm)
Lepkość mieszanki	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Napowietrzenie	↓	↑	↑	↑		↓	↑
Wielkość kryształków lodu	0	0	↑	↑	↓	0	↑
Tekstura	↑	↑	↑	↑	↑	↓	↑
Konsystencja	↑	↑	↑	↑	↑	0	↑
Topnienie	↑	0	↑	↑	0	0	↑
Struktura	↑	↑	↑	↑	↑	0	↑
Smak i zapach	↑	↑	0	0	↑	↑	↑

\* objaśnienia: ↑ - wpływ pozytywny, ↓ - wpływ negatywny, 0 – wpływ neutralny.



## Wady struktury i konsystencji

Strukturę lodów tworzą kryształki lodu, kuleczki tłuszczowe, pęcherzyki powietrza oraz faza ciągła [5, 12, 14, 20]. Ich wielkość i wzajemne proporcje determinują strukturę i konsystencję produktu, zależne od składu mieszanki (m.in. smbm, stabilizatorów, emulgatorów i dodatków smakowych) oraz stopnia napowietrzenia [5, 8, 12, 13].

Wady struktury i konsystencji, takie jak twardość, miękkość, suchość, kruchość czy gumowatość (tab. 2), wynikają głównie z nieprawidłowej kontroli parametrów procesowych podczas dojrzewania i zamrażania, a także z nieprzestrzegania receptur lub błędów w bilansowaniu składników [4, 5, 8].

Niektóre wady mogą powstawać również podczas przechowywania, wskutek łączenia się pęcherzyków powietrza, prowadzącego do tworzenia „oczek” [3] oraz obkurczania się lodów [12]. Zjawiska te są nasilane przez niskie temperatury zamrażania, nadmierne napowietrzenie oraz wahania temperatury [5, 9, 10, 13].

**Tabela 2.** Przykładowe wady lodów – przyczyny i zapobieganie [opracowanie własne na podstawie: 1, 2, 8, 10, 12, 16, 17, 19]

Obszar jakości	Wada	Główne przyczyny	Działania zapobiegawcze
Struktura i konsystencja	Twardość / miękkość	Niewłaściwe zbilansowanie receptury, błędy napowietrzenia	Korekta receptury, kontrola napowietrzenia
	Kruchość / suchość / gumowatość	Nadmiar lub niedobór stabilizatorów, niewłaściwa homogenizacja	Optymalizacja stabilizatorów i homogenizacji
	Obkurczanie	Wahania temperatury, nadmierne napowietrzenie	Stabilne warunki przechowywania
Tekstura	Piaszczystość	Kryształizacja laktozy, nadmiar smbm	Kontrola składu
	Gruboziarnistość	Duże kryształy lodu, wahania temperatury	Szybkie zamrażanie, łańcuch chłodniczy
	Grudki tłuszczu	Nadmiar tłuszczu, słaba homogenizacja	Kontrola homogenizacji
	Puszystość	Nadmierne napowietrzenie, niska sucha masa	Regulacja napowietrzenia
Smak i zapach	Posmak utlenienia	Oksydacja tłuszczu	Kontrola surowców
	Posmak jełki	Lipoliza	Higiena, pasteryzacja
	Posmak pasteryzacji	Zbyt wysoka temperatura	Kontrola procesu
	Obce posmaki	Zanieczyszczenia	Nadzór higieny
Barwa i wygląd	Niejednorodna barwa	Słabe mieszanie, degradacja barwników	Kontrola mieszania
	Deformacja	Błędy przechowywania	Stabilne warunki
Topliwość	Zbyt szybkie topnienie	Niska lepkość, słaba struktura	Zwiększenie stabilizacji
	Zbyt wolne topnienie	Nadmiar stabilizatorów	Korekta receptury
	Grudki podczas topnienia (curdy melt-down)	Koagulacja białek	Kontrola składu



## Wady tekstury i mikrostruktura lodów

Wady tekstury lodów obejmują m.in. piaszczystość, gruboziarnistość, puszystość oraz wyczuwalność grudek zmaślonego tłuszczu. Piaszczystość, charakterystyczna dla lodów o wysokiej zawartości suchej masy, była jedną z najwcześniej obserwowanych wad w produkcji przemysłowej [2, 12, 19]. Jej przyczyną są duże kryształki laktozy, co wskazuje na istotną rolę zarodków krystalizacji obecnych w mleku [1, 5, 15, 17, 20].

Lody stanowią złożony układ wielofazowy, w którym współistnieją: kryształki lodu, pęcherzyki powietrza, kuleczki tłuszczowe oraz faza ciekła (roztwór substancji rozpuszczonych) [8, 15, 20]. Właściwości jakościowe lodów są w dużym stopniu determinowane przez wzajemne oddziaływania pomiędzy tymi fazami oraz ich rozkład przestrzenny [5].

Szczególne znaczenie ma stabilność pęcherzyków powietrza, które są częściowo stabilizowane przez zdenaturowane białka mleka oraz częściowo skoalescowany tłuszcz. Proces częściowej koalescencji tłuszczu prowadzi do tworzenia przestrzennej sieci tłuszczowej, która wzmacnia strukturę lodów i wpływa na ich oporność na topnienie [21].

Istotnym parametrem mikrostrukturalnym jest wielkość i rozkład kryształków lodu. Kryształki o średnicy powyżej 50  $\mu\text{m}$  są wyczuwalne sensorycznie jako niepożądana szorstkość, natomiast drobna i jednorodna dyspersja kryształów odpowiada za pożądaną gładkość produktu [1, 4, 5, 19]. W trakcie przechowywania dochodzi do rekrytalizacji lodu, polegającej na nieodwracalnym wzroście kryształów, co prowadzi do pogorszenia jakości lodów. Zjawisko to jest szczególnie nasilone przy wahanich temperatury oraz niewłaściwym przebiegu łańcucha chłodniczego [2]. Z tego względu istotne jest stosowanie substancji ograniczających ten proces, takich jak nowoczesne inhibitory rekrytalizacji, w tym fibryle białek amyloidowych, które mogą adsorbować się na powierzchni faz rozproszonych i stabilizować strukturę [2, 11].

Zaburzenia mikrostruktury, wynikające zarówno z błędów technologicznych, jak i niewłaściwych warunków przechowywania, stanowią jedną z głównych przyczyn powstawania niezgodności jakościowych lodów [5, 9, 12, 21]. Zbyt wolne zamrażanie oraz wahania temperatury podczas przechowywania prowadzą do powstawania dużych kryształków lodu, wyczuwalnych jako gruboziarnistość, często o charakterze powierzchniowym. Duże kryształki powodują również wzmożone odczucie chłodu podczas spożycia, choć dla części konsumentów gruboziarnistość może być cechą pożądaną.

Niewłaściwe zbilansowanie mieszanki, zwłaszcza nadmiar tłuszczu oraz nieskuteczna homogenizacja, mogą prowadzić do zmaśniania i powstawania grudek tłuszczu [4, 7, 8, 19], a także do nadmiernej tłustości; podobny efekt obserwuje się przy zastosowaniu tłuszczów o wysokiej liczbie jodowej [19].

Tekstura puszysta (gąbczasta) wynika najczęściej z nadmiernego napowietrzenia, niskiej zawartości suchej masy lub niedoboru stabilizatorów [12, 18]. Zapobieganie tym niezgodnościom wymaga właściwego bilansowania receptury oraz kontroli parametrów homogenizacji, zamrażania i przechowywania (tab. 2).

## Wady smaku i zapachu

Nieprzestrzeżenie receptur i parametrów technologicznych, a także niska jakość surowców oraz dodatków smakowo-zapachowych prowadzą do powstawania wad cech smakowo-zapachowych (tab. 2). Obce posmaki mogą wynikać m.in. z oksydacji tłuszczu mlekowego, prowadzącej do powstawania aldehydów i ketonów odpowiedzialnych za posmak utlenienia [8, 14, 20].



Zmiany lipolityczne, zachodzące pod wpływem lipaz mleka lub enzymów drobnoustrojów (np. *Pseudomonas fluorescens*), prowadzą do powstawania posmaku jełkiego, zwłaszcza w przypadku uszkodzenia błony kuleczek tłuszczowych [2, 12, 14]. Z kolei zbyt intensywna pasteryzacja może powodować posmak przypalenia, związany z uwolnieniem grup –SH w białkach serwatkowych [2, 12, 14].

Zapobieganie ww. niezgodnościom wymaga przestrzegania receptur i parametrów procesowych, stosowania surowców wysokiej jakości oraz zapewnienia odpowiedniej higieny produkcji (tab. 2).

### Mikrobiologiczne uwarunkowania wad lodów

Oprócz czynników fizykochemicznych istotną rolę w kształtowaniu jakości lodów odgrywają również czynniki mikrobiologiczne [5, 9, 10]. Zanieczyszczenie surowców lub niewłaściwa higiena procesu technologicznego mogą prowadzić do rozwoju mikroorganizmów, w tym bakterii psychrotrofowych zdolnych do wzrostu w niskich temperaturach [2, 9, 19].

Szczególne znaczenie mają bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, które produkują enzymy lipolityczne i proteolityczne, przyczyniające się do powstawania niepożądanych zmian smakowo-zapachowych [5, 9, 10]. W kontekście bezpieczeństwa żywności istotne zagrożenie stanowi również obecność patogenów, takich jak *Listeria monocytogenes*, zdolnych do przetrwania w warunkach chłodniczych [5,9].

Zapobieganie niezgodnościom o podłożu mikrobiologicznym wymaga przede wszystkim stosowania surowców wysokiej jakości, skutecznej pasteryzacji mieszanki lodziarskiej oraz rygorystycznego przestrzegania zasad higieny produkcji zgodnie z systemami GMP i HACCP [5,9,10].

### Wady topliwości

Istotnym kryterium jakości lodów jest ich zdolność topnienia, która powinna zapewniać zachowanie kształtu przez 10–15 min w temperaturze pokojowej [5]. Zbyt szybkie topnienie stanowi niezgodność, dlatego w celu jego ograniczenia stosuje się stabilizatory zwiększające lepkość i zwięzłość oraz odpowiedni poziom napowietrzenia [4, 7, 18, 13]. Jednocześnie nadmiar stabilizatorów może prowadzić do nadmiernej oporności na topnienie [2, 13, 15].

Na przebieg topnienia istotny wpływ ma mikrostruktura lodów, ukształtowana w procesie produkcji. Elementy strukturalne, takie jak sieć tłuszczowa, pęcherzyki powietrza oraz właściwości fazy surowiczej, determinują tempo topnienia i zdolność produktu do zachowania kształtu [21]. Wykazano również, że zwiększenie zawartości białka w lodach może ograniczać stopień częściowej koalescencji tłuszczu oraz prowadzić do wzrostu szybkości topnienia, co wiąże się ze zmianami właściwości międzyfazowych emulsji [6]. Rodzaj białka oraz jego stężenie wpływają zatem pośrednio na stabilność struktury i przebieg topnienia lodów.

Wady związane z topliwością mogą wynikać m.in. z nadmiernego zemulgowania tłuszczu, niewłaściwego doboru emulgatorów, zbyt niskiej temperatury zamrażania lub wysokiej zawartości tłuszczu [12, 15]. W trakcie topnienia może również występować zjawisko *curdy melt-down*, związane z koagulacją białek lub zaburzeniem równowagi soli mineralnych [1, 12].

### Znaczenie łańcucha chłodniczego w powstawaniu wad lodów

Utrzymanie ciągłości łańcucha chłodniczego stanowi jeden z kluczowych warunków zachowania jakości lodów na etapie dystrybucji i przechowywania [5, 9, 17]. Nawet krótkotrwałe wahania temperatury mogą prowadzić do



częściowego rozmrażania i ponownego zamrażania produktu, co skutkuje nieodwracalnymi zmianami jego mikrostruktury [5, 20].

Jednym z najistotniejszych zjawisk zachodzących podczas przechowywania zamrażalniczego jest rekrystalizacja lodu, polegająca na wzroście większych kryształów kosztem mniejszych (tzw. dojrzewanie Ostwalda) [9]. Proces ten prowadzi do pogorszenia tekstury lodów, objawiającej się gruboziarnistością oraz zwiększoną szorstkością powierzchni [5, 9].

Wahania temperatury sprzyjają również destabilizacji pęcherzyków powietrza oraz zmianom w strukturze tłuszczu, co może skutkować obkurczaniem się lodów i pogorszeniem ich konsystencji [5]. Z tego względu szczególne znaczenie ma zapewnienie stabilnych warunków temperaturowych, zgodnie z zasadami dobrych praktyk produkcyjnych, na wszystkich etapach – od produkcji, poprzez transport, aż do sprzedaży detalicznej [9].

## Podsumowanie

Rodzaje niezgodności występujących w lodach i mlecznych deserach mrożonych od lat pozostają zasadniczo niezmiennie, choć ich przyczyny są złożone. Ich identyfikacja stanowi podstawę skutecznego zapobiegania oraz eliminacji niezgodności.

Działania zapobiegawcze bazują na dobrze znanych i od lat stosowanych w mleczarstwie dobrych praktykach produkcyjnych (GMP) i higienicznych (GHP), funkcjonujących w ramach podstawowych (HACCP) i znormalizowanych programów bezpieczeństwa żywności (ISO 22000, BRC, IFS) oraz systemów zarządzania jakością (ISO 9001). Analiza przyczynowo-skutkowa jednoznacznie wskazuje, iż kluczowe znaczenie w zapobieganiu wadom lodów mają:

- właściwe zbilansowanie receptury, ze szczególnym uwzględnieniem zawartości tłuszczu, suchej masy beztłuszczowej mleka oraz stabilizatorów i emulgatorów,
- ścisła kontrola parametrów procesowych, w tym homogenizacji, dojrzewania i zamrażania,
- utrzymanie ciągłości łańcucha chłodniczego podczas przechowywania i dystrybucji,
- stosowanie surowców wysokiej jakości oraz przestrzeganie dobrych praktyk, zwłaszcza w zakresie higieny produkcji.

## Literatura

1. Alvarez V.B. (2009). Ice cream and related products. W: The Sensory Evaluation of Dairy Products. Second edition. (pod red. Clark S., Costello M., Drake M.A., Bodyfelt F.), Springer Science + Business Media, LLC, New York, 271-332.
2. Anon (2026). Identifying and Fixing Common Ice Cream Defects. Agriculture Insitute. <https://agriculture.institute/dairy-products-iii/identifying-fixing-common-ice-cream-defects/> (dostęp: 17.03.2026).
3. Chang Y., Hartel R.W. (2002). Stability of air cells in ice cream during hardening and storage. Journal of Food Engineering, 55, 59-70.
4. Ciesielski K. (1975). Przemysłowa produkcja lodów. ZW CRS Warszawa.
5. Clark C., Cox A. (2024). The science of ice cream. Third edition. Royal Society of Chemistry, London.
6. Daw E., Hartel R.W. (2015). Fat destabilization and melt-down of ice creams with increased protein content. International Dairy Journal, 43, 33-41.
7. Dzwolak W., Ziajka S. (1997). Lody. W: Mleczarstwo – zagadnienia wybrane (pod red. S. Ziajki), Wyd. Akademii Rolniczo-Technicznej, Olsztyn, 295-318.



8. Dzwolak W., Ziajka S. (1998). Produkcja mlecznych deserów mrożonych. Biblioteka Majstra. Oficyna Wydawnicza HOŻA, Warszawa.
9. Dzwolak W. (2012). Wady w produkcji lodów i mlecznych deserów mrożonych – przyczyny oraz zapobieganie. Przegląd Mleczarski, 11, 20-24.
10. Dzwolak W. (2013). Technologiczne aspekty produkcji lodów probiotycznych. Przegląd Mleczarski, 8, 8-12.
11. Gao S., Liu S., Liu Z., Wang M., Qi W., Fu Y., Li T. (2025). Amyloid protein fibrils serve as an ice recrystallization inhibitor for ice cream. Food Hydrocolloids, 163, 111044.
12. Gof H.D. (2021). Ice Cream Technology e-Book. Dairy Education eBook Series. University of Guelph, Canada. <https://books.lib.uoguelph.ca/icecreamtechnologyebook/front-matter/introduction/> (dostęp: 17.03.2026).
13. Małolepszy B. (1993). Dlaczego stosujemy do produkcji lodów stabilizatory i emulgatory. Cz. II. Emulgatory. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 5, 27-28.
14. Marshal R.T., Gof H.D., Hartel R.W. (2003). Ice Cream. Sixth Edition. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.
15. Muse M.R., Hartel R.W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. Journal of Dairy Science, 87, 1-10.
16. Sapięcha S. (2024). Lody naturalnie. Wydawnictwo Grupa 69.
17. Skrzypczak K., Gustaw W. (2012). Wpływ mikrostruktury na właściwości organoleptyczne i teksturę lodów. Przegląd Mleczarski, 11, 4-7.
18. Sofjan R. P., Hartel R. W. (2004). Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. International Dairy Journal, 14, 255-262.
19. Szymko Z. (2011). Wady lodów. Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 05, 100-102.
20. Varnam A.H., Sutherland J.P. (1994). Milk and Milk Products. Technology, Chemistry and Microbiology. Chapman & Hall.
21. Wu B., Sözeri Atik D., Freire D.O., Hartel R.W. (2025). The Science of Ice Cream Meltdown and Structural Collapse: A Comprehensive Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 24(4), e70226.