



INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

MALINA MROŻONA

**dostępna na rynku polskim
– standardy rynkowe i analiza jakościowa**

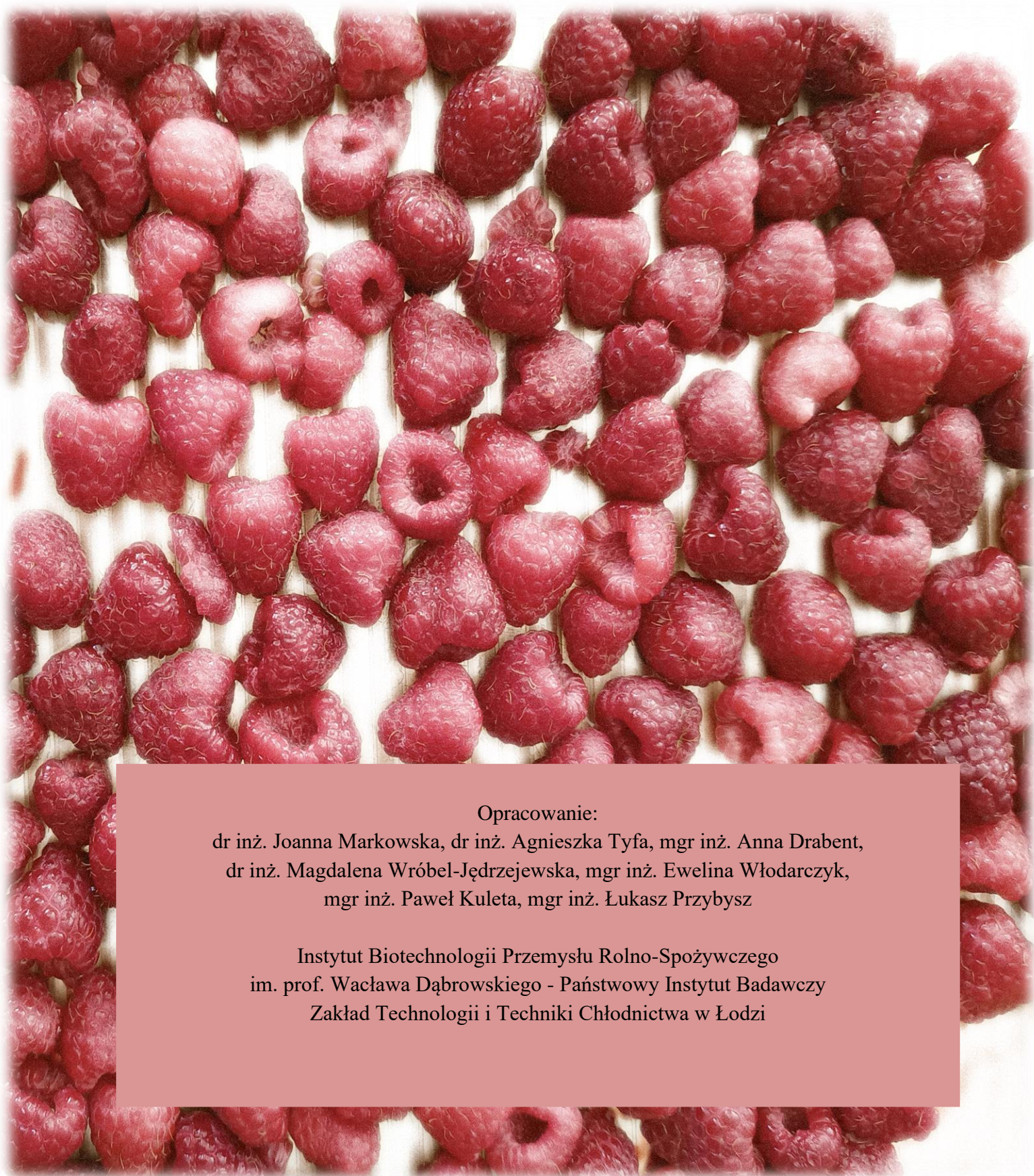


Badania realizowane w ramach:

Zadanie 2. Opracowanie standardów rynkowych i wymagań jakościowych dla wybranych produktów rolno-spożywczych

Podzadanie 2.1. Określenie wymogów jakościowych dla owoców mrożonych realizowane na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (Umowa nr DRR.prz.070.1.2022.)

Łódź, grudzień 2023



Opracowanie:

dr inż. Joanna Markowska, dr inż. Agnieszka Tyfa, mgr inż. Anna Drabent,
dr inż. Magdalena Wróbel-Jędrzejewska, mgr inż. Ewelina Włodarczyk,
mgr inż. Paweł Kuleta, mgr inż. Łukasz Przybysz

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
im. prof. Waława Dąbrowskiego - Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Technologii i Techniki Chłodnictwa w Łodzi

Zbiory maliny według danych GUS

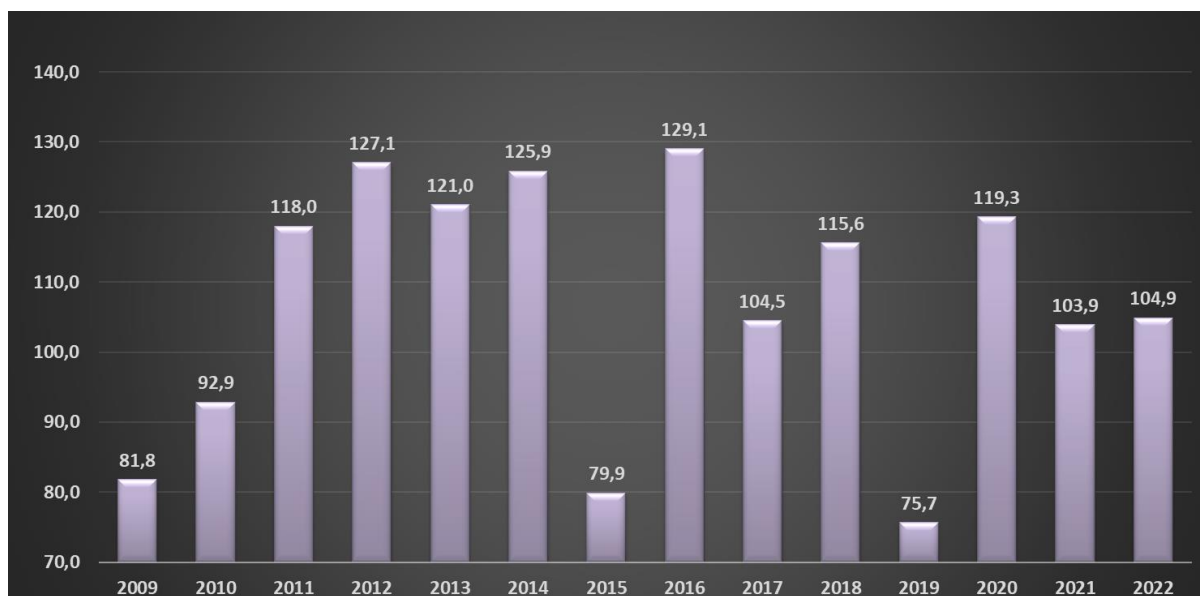
Maliny należą do czołówki najchętniej konsumowanych owoców. W roku 2022 spożycie malin deklarowało aż 53% populacji, tj. 17,2 mln dorosłych Polaków. W skali 2 ostatnich lat - lipiec 2022 vs. lipiec 2020 maliny zyskały 5,5 mln nowych konsumentów.

Według danych Głównego Urzędu Statystycznego w Polsce liczba podmiotów zajmujących się przetwarzaniem i konserwowaniem owoców i warzyw (PKD 2007 podklasa 10.39.Z Pozostałe przetwarzanie i konserwowanie owoców i warzyw, szeroko rozumiane), zarejestrowanych w systemie REGON w latach 2018-2020, wynosiła ponad 1,8 tysięcy, co potwierdzają również zestawienia liczbowe aktywnych (deklarujących prowadzenie działalności) podmiotów gospodarki narodowej według PKD 2007 podklasa 10.39.Z. Nie ma jednak możliwości wyodrębnienia tylko producentów żywności mrożonej z bazy podmiotów gospodarczych (zarejestrowanych w rejestrze REGON).

Analiza statystyczna FAO w 2021 r. szacuje, że globalne zbiory malin wyniosły 886,5 tys. ton owoców, z czego udział krajów europejskich wynosi 67,9%, azjatyckich 1,7%, a krajów Ameryki 30,3%. Polska zajmuje czwarte miejsce wśród światowych producentów malin z produkcją na poziomie 103,9 tys. ton owoców, co stanowi niemal połowę udziału w produkcji malin w Unii Europejskiej. Duża popularność upraw malin jest wynikiem ich właściwości zdrowotnych, walorów smakowych oraz popytu ze strony przemysłu owocowo-warzywnego. Najpopularniejsze odmiany to: „Polana”, „Polka”, „Koral” oraz „Benefis”.

Według danych GUS areał upraw malin w 2022 r. wynosił 21,7 tys. hektarów co stanowiło wzrost o 10% w stosunku do roku 2021, jednocześnie zanotowano 8% spadek plonów w porównaniu z rokiem poprzednim, pomimo zwiększenia powierzchni upraw. Maliny uprawiane są przede wszystkim w województwie lubelskim, gdzie znajduje się ok. 70% krajowych plantacji.

Na Rys. 1 pokazano tendencje w produkcji rolnej malin w latach 2009 – 2022.



Rys. 1. Zbiory malin w latach 2009-2022.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (<https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnicze>; dostęp z dnia: 12.12.2023)

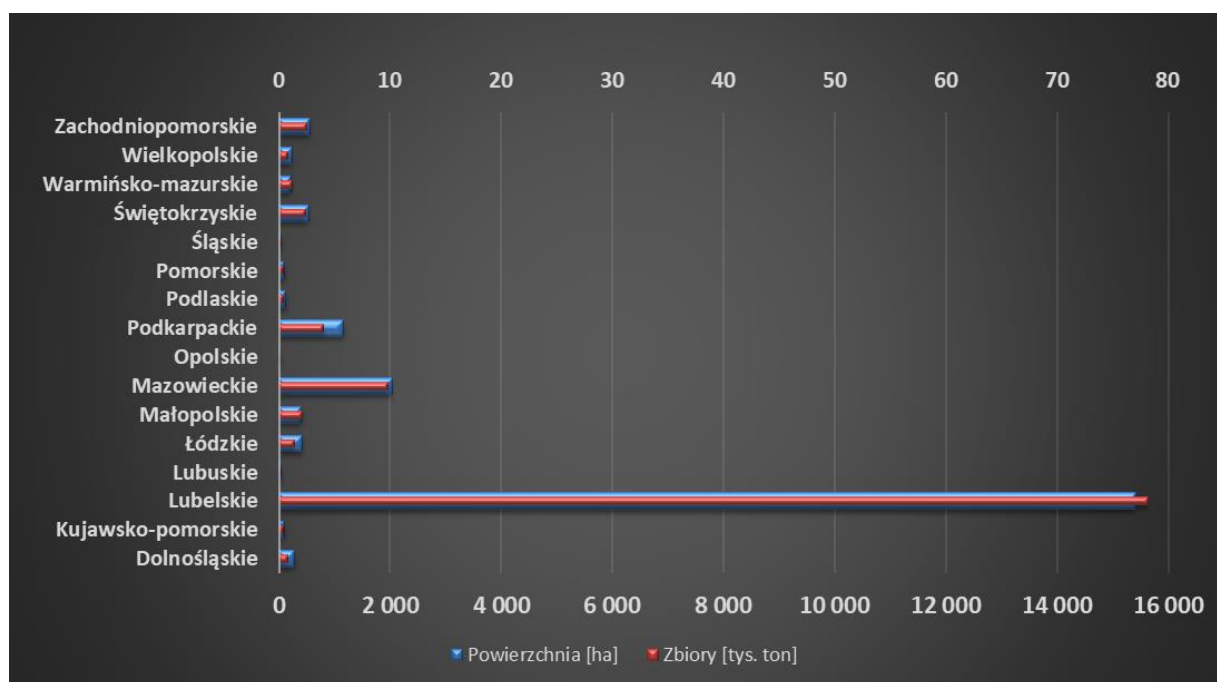
W 2022 roku najwięcej malin zebrano w województwie lubelskim, mazowieckim i podkarpackim, w ilości od 4,0 tys. ton do około 78,0 tys. ton. Natomiast najmniej malin zebrano w województwie: opolskim, lubuskim oraz śląskim od 0,07 do 0,2 tys. ton.

Maliny są pod względem produkcji trzecim rodzajem owoców jagodowych, jakie są uprawiane w Polsce. W ostatnich latach powierzchnia uprawy malin ulegała niewielkim zmianom i wahała się od 28 tys. ha do 30 tys. ha.

W ubiegłym roku eksport świeżych malin stanowił ok. 23% zbiorów, a malin mrożonych – ok. 73% zbiorów. W polskim sadownictwie dominuje uprawa malin przeznaczonych na przetwórstwo, zwłaszcza na produkty mrożone.

Uprawa malin

Maliny należą do roślin dość trudnych w uprawie. Do uzyskania wysokich, dobrej jakości plonów konieczne są duże nakłady inwestycyjne na budowę tuneli foliowych i nawodnienia oraz na nasadzenia odmian, charakteryzujących się korzystnymi walorami smakowymi, wysoką plennością i odpornością na choroby. Na podstawie danych uzyskanych z Głównego Urzędu Statystycznego, na Rysunku 2, przedstawiono powierzchnie upraw i zbiory malin w 2022 roku. Największe powierzchnie upraw malin posiadały województwa: lubelskie (15 415 ha), mazowieckie (2 041 ha) i podkarpackie (1 164 ha). Najmniejszy areał upraw malin posiadały województwa: opolskie, śląskie, lubuskie i kształtował się na poziomie 14 – 47 ha.

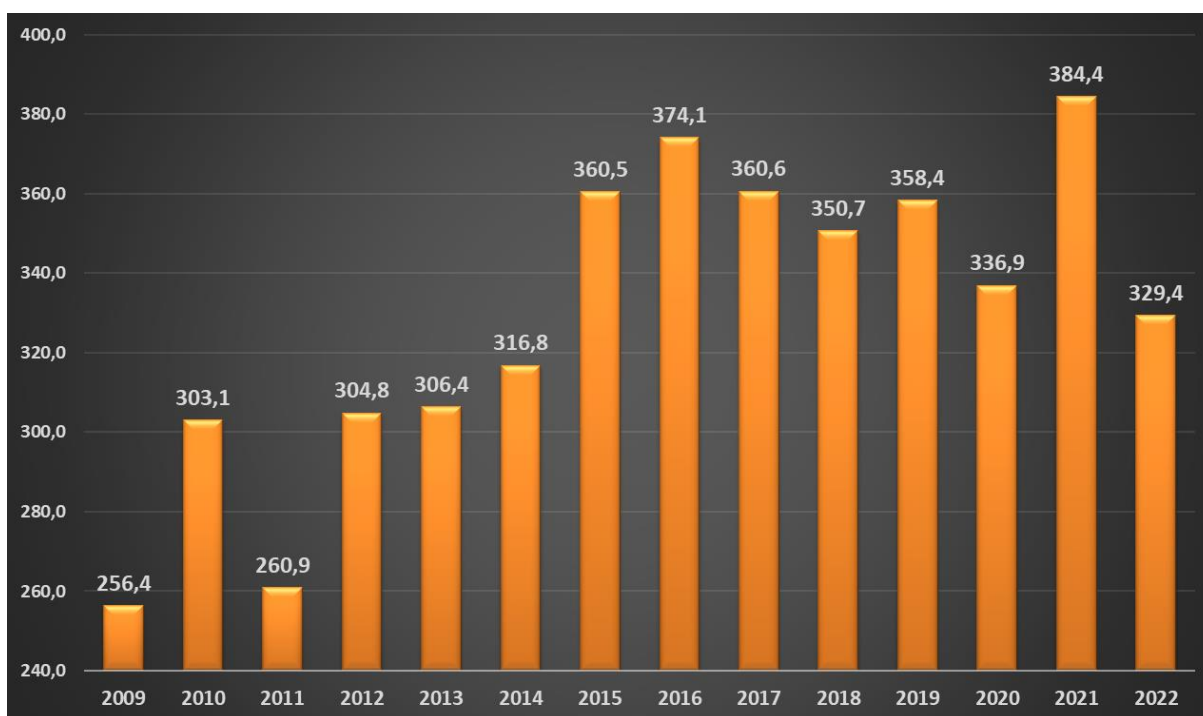


Rys. 2. Powierzchnia upraw i zbiory malin w 2022 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (Główny Urząd Statystyczny, *Produkcja upraw rolnych i ogrodniczych w 2022 r.*, Warszawa)

Zarówno wśród producentów jak i eksporterów malin Polska znajduje się w czołówce państw razem z Serbią, Chile, Chinami, Bośnią i Hercegowiną oraz Meksykiem, Rosją i Ukrainą. Wolumen eksportu owoców mrożonych z Polski w latach 2009-2022 przedstawiono na Rysunku 3. W sezonie 2021/2022 roku eksport malin mrożonych wyniósł on 54,3 tys. ton, a jego wartość 236 mln EUR. Odbiorcami mrożonych owoców są Niemcy, Belgia, Francja, Niderlandy, Wielka Brytania, Szwecja, Dania, Norwegia i Szwajcaria.

Polskie owoce dotarły także m.in. do Japonii, Chin, USA, Korei Południowej czy Australii.



Rys. 3. Eksport owoców mrożonych (tys. ton)

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (*Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, lata wyd. 2010-2022, Rocznik Statystyczny Handlu zagranicznego 2023*)

Według dostępnych danych, Polska jest też znaczącym importerem malin. Krajowy przemysł importował maliny w strukturze towarowej mrożonek warzywnych i owocowych, w sezonie 2021/2022 w ilości 315 , a w sezonie 2022/2023 na poziomie 28%.

Określenie wymagań jakościowych dla malin mrożonych

Owoce stanowią jedną z głównych grup surowców poddawanych procesowi zamrażania w skali masowej. Świeże owoce mają najwyższą wartość odżywczą i jakość sensoryczną na początku cyklu przechowalniczego, co jest zależne od wielu czynników i ulega zmianie na przestrzeni lat. W miarę wydłużania się czasu przechowywania surowców (lub przetrzymywania w nieprawidłowych warunkach) następują zmiany wartości odżywczej i cech sensorycznych.

W okresie zimowym i wczesnowiosennym świeże owoce można zastępować przetworzonymi, które mogą mieć zbliżoną, bądź lepszą jakość i są wygodniejsze w użyciu. Charakterystyka surowca, to bardzo ważne zagadnienie. Odmiany owoców dla przetwórstwa winny odznaczać się odpowiednimi cechami.

Poza odmianą i związanymi z tym cechami morfologicznymi i organoleptycznymi owoców, duże znaczenie dla chłodniczego przetwórstwa ma:

- jakość ogólna,
- czystość mikrobiologiczna,
- świeżość,
- odpowiedni stopień dojrzałości,
- jednolite wybarwienie,
- wielkość,
- kształt,
- odporność na uszkodzenia mechaniczne,
- zawartość składników odżywczych.

Owoce świeże stosowane do mrożenia powinny spełniać odpowiednie wymagania jakościowe, określone w dokumentach normalizacyjnych.

Zebrano i zestawiono podstawowe normy dotyczące powyższego zakresu oraz przeprowadzono analizę wymagań w nich zawartych, w kontekście badanego asortymentu owoców (malina). Na ich podstawie opracowano wstępne wytyczne, dotyczące wymagań dla owoców na poszczególnych etapach produkcji, które zebrano w tabeli 1. Dla porównania przedstawiono wymagania dla owoców świeżych.

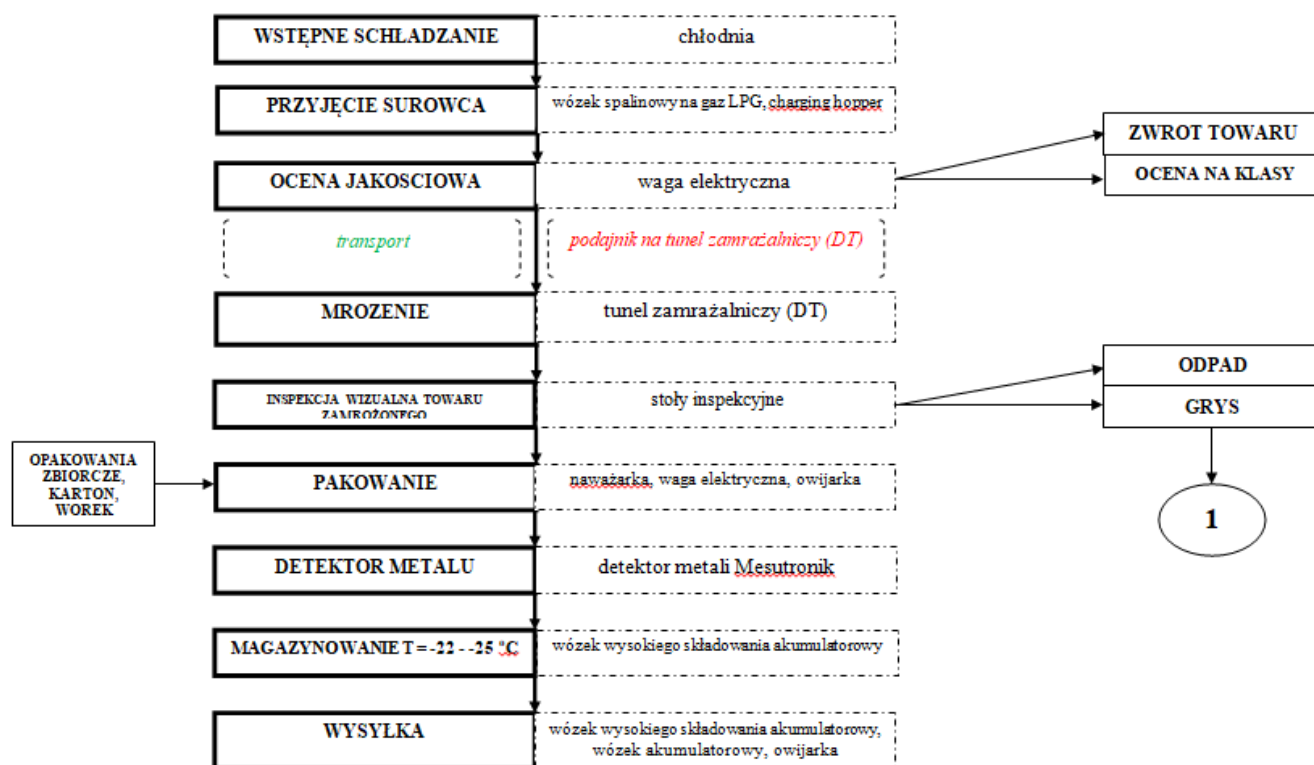
Tabela 1. Wytyczne dotyczące wymagań dla malin na poszczególnych etapach produkcji

Wymagania		
owoce świeże	mrożone owoce po produkcji	mrożone owoce po przechowywaniu
jednolitość odmianowa	jednolitość odmianowa	jednolitość odmianowa
dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.	dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.	dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.
wygląd	wygląd	wygląd
zdrowotność - zawartość owoców z objawami chorób, % wag.	wygląd - zawartość owoców, % wag., stopień zbrylenia (tworzących zlepienie trwałe, rozdrobnionych, grysu)	wygląd - zawartość owoców, % wag., stopień zbrylenia (tworzących zlepienie trwałe, rozdrobnionych, grysu)
czystość - zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % wag.	czystość - zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % wag.	czystość - zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % wag.
czystość - zawartość zanieczyszczeń organicznych pochodzenia roślinnego cm ² , w 500 g owoców, sztuk	czystość - zawartość zanieczyszczeń organicznych pochodzenia roślinnego cm ² , w 500 g owoców, sztuk	czystość - zawartość zanieczyszczeń organicznych pochodzenia roślinnego cm ² , w 500 g owoców, sztuk

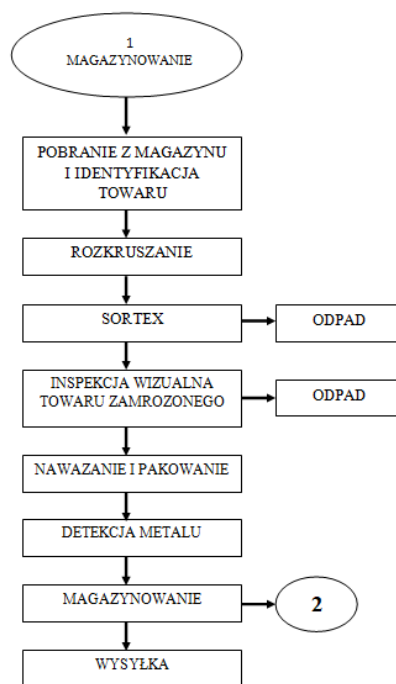
czystość - obecność larw, sztuka/kg	czystość - obecność larw, sztuka/kg	czystość - obecność larw, sztuka/kg
konsystencja	konsystencja	konsystencja (porównanie w stanie zamrożonym i rozmrożonym)
-	-	smak i zapach po rozmrożeniu

Technologia produkcji mrożonych malin

Proces produkcji mrożonych malin został przedstawiony na Rysunku 4 i 5.



Rys. 4. Schemat etapów jednostkowych przy produkcji mrożonej maliny uwzględniający urządzenia



Rys. 5. Schemat etapów jednostkowych magazynowania przy produkcji mrożonych owoców

Jak wspomniano powyżej, zamrażanie malin należy do najtrudniejszych procesów technologicznych. Proces produkcji mrożonych malin zapoczątkowany jest zbiorem, wstępnym schłodzeniem, a następnie przyjęciem surowca i oceną jakościową (selekcja). Do produkcji mrożonych malin wybierane są owoce o najwyższej jakości, o dojrzałości konsumpcyjnej, świeże, jędrne, wyrównane pod względem wielkości, o intensywnej brawie, charakterystycznej dla rodzaju surowca, bez uszkodzeń mechanicznych, bez obcych zapachów i posmaków. Najkorzystniej jest, jeśli owoce zbierane są do płaskich, ok. 0,5 litrowych opakowań, układane w specjalnych skrzyniach i zabezpieczone odpowiednio przed zakurzeniem transportowane do zakładu przetwórczego. Sortowanie i przebieranie owoców odbywa się na taśmie inspekcyjnej, podczas którego należy odrzuć:

- owoce z uszkodzeniami chorobowymi (spleśniałe),
- owoce o nieodpowiednim stopniu dojrzałości (nieodjrzałe, przejrzałe),
- zanieczyszczenia organiczne.

Zamrażanie owoców przeprowadza się w tunelu zamrażalniczym w temperaturze od $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, uzależnionej od:

- szybkości przesuwu taśmy,
- grubości warstwy owoców,
- stopnia oszronienia parowników,

- temperatury podawanych na tunel owoców.

Maliny zamraża się głównie w tunelach fluidacyjno-taśmowych, w których oziębianie medium (powietrze, ciecz) następuje wskutek przekazywania ciepła do parowników instalacji chłodniczej. W przetwórstwie stosuje się tunele zamrażalnicze 2-taśmowe, pracujące w systemie pracy ciągłej, będące integralną częścią linii przetwórczej. W obecnych rozwiązaniach obydwie taśmy mają niezależne mechanizmy napędowe, z bezstopniową regulacją szybkości przesuwu. W ten sposób reguluje się czas wstępnego omrażania owoców i czas pełnego cyklu zamrażania. O grubości warstw surowca na taśmie decyduje szybkość ich przesuwu oraz tempo podaży surowca na linię produkcyjną. Na taśmie I zwanej taśmą omrażania zamarza woda powierzchniowa oraz cienka warstwa powierzchni cząstek (crust freezing). Na taśmie II, zwanej taśmą domrażania, następuje pełne zamrożenie produktu do temperatury założonej w technologii procesu, zwykle od $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (deep freezing). Aby otrzymać dobrej jakości produkt, tj. dokładnie omrożony, sypki, nieprzyamarzający do taśmy, na taśmie I stosuje się większe prędkości strumienia, a grubość warstwy nie przekracza 100 mm. Na taśmie II grubość warstwy może dochodzić nawet do 300 mm, a proces przebiega zwykle w warstwie nieruchomej lub lekko spulchnionej. Czas zamrażania malin wynosi od 5 do 7 minut. Przyspieszony obieg powietrza może powodować znaczny ubytek wagowy, ulatnianie się z produktu związków aromatycznych, nadmierne wysychanie powierzchni. Przy zamrażaniu mogą również wystąpić straty mechaniczne, czyli zbrylanie się produktu, przymarzanie do taśmy lub rusztu, uszkodzanie ziaren („koralowce”, zlepierce), które obniżają jakość mrozonek oraz stwarzają duże kłopoty eksploatacyjne.

Inną stosowaną technologią w odniesieniu do owoców miękkich jest mrożenie w skroplonych gazach, powszechnie nazwane „mrożeniem kriogenicznym”. Do mrożenia kriogenicznego stosowane są ciekły azot oraz dwutlenek węgla. Wysoki współczynnik wymiany ciepła pozwala na uzyskanie bardzo krótkiego czasu zamrażania, a produkty zamrażane cechuje wysoka jakość oraz znikomy ubytek wilgoci. Stosowanie tej techniki jest jednak związane z wysokimi kosztami eksploatacyjnymi.

Technika zamrażalnicza z zastosowaniem ciekłego azotu nazywana jest LNF – Liquid Nitrogen Freezing zakłada, że produkt może być mrożony immersyjnie, czyli wprowadzany do wanny z ciekłym azotem. Ta metoda niesie jednak ze sobą ryzyko mikropęknięcia tkanek produktu ze względu na bardzo intensywne zamrażanie. Mrożenie immersyjne pozwala na wykorzystanie jedynie ciepła parowania azotu.

Innym rozwiązaniem jest rozpylanie ciekłego azotu na produkt znajdujący się w szczelnym tunelu kriogenicznym. Ciekły gaz w zetknięciu z produktem zamienia się w parę (temperatura wrzenia azotu wynosi około $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), odbierając ciepło od cząstek. Natryski umiejscowione są przy wylocie produktu z komory, natomiast przy wlocie znajduje się wentylator, który kieruje przepływem pary w przeciwnym kierunku niż przesuw produktu na taśmie. Pozwala to na wykorzystanie zimnych par azotu do wstępnego chłodzenia i omrażania produktu. Wraz z przesuwaniem się produktu w tunelu, różnica temperatury między cząstkami a parą zwiększa się, co skutkuje większą wymianą ciepła. Gdy produkt trafia bezpośrednio pod natrysk z ciekłego azotu, różnica między temperaturą na jego powierzchni oraz wewnątrz cząstek jest bardzo duża, dlatego ostatnią fazą procesu jest wyrównanie temperatury w cząstkach, co często zachodzi już poza tunelem kriogenicznym. Stopniowanie mrożenia, poza optymalnym wykorzystaniem możliwości wymiany ciepła między parą a produktem, pozwala na zachowanie wilgoci naturalnie występującej w produkcie. Dzięki temu mrożenie kriogeniczne charakteryzuje się znikomą utratą masy produktu w trakcie procesu mrożenia. Czas potrzebny na pełne zamrożenie cząstek wynosi kilka-kilkanaście sekund, w zależności od rodzaju produktu.

Metoda LCO₂ (Liquid Carbon-dioxide Freezing) wykorzystuje ciekły dwutlenek węgla. Temperatura jego wrzenia wynosi $-78,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, co powoduje, że następuje mniej efektywny proces odprowadzania ciepła z produktu, a czas mrożenia ulega wydłużeniu, niż w przypadku ciekłego azotu.

Należy mieć na uwadze, że po zamrożeniu mogą następować uszkodzenia produktu zachodzące podczas przeładunków, przepakowywania i składowania. Ważną rolę odgrywa stabilna, odpowiednio niska temperatura składowania, wykluczająca zbrylanie się owoców.

Zamrożone opakowania owoców zaopatrzone są w etykietę i przekazywane do magazynu.

Niezbędne na etykiecie informacje to:

- nazwa - malina zamrożona,
- masa netto produktu i numer kolejny kontenera,
- dane produkcyjne (data, zmiana produkcji).

Do zabiegów uszlachetniających maliny zamrożone zalicza się:

- przebieranie owoców mrożonych, ewentualnie wysortowanie źle odszypułkowanych, niewybarwionych, zdeformowanych, uszkodzonych mechanicznie itp.,

- kalibrowanie,
- oczyszczanie owoców z zanieczyszczeń organicznych,
- przepakowywanie owoców z kontenerów do opakowań wysyłkowych.

W przypadku przebierania malin na taśmie inspekcyjnej (w pakowni), temperatura powinna być nie wyższa niż $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Zbyt duża różnica temperatur powoduje pęknięcie i oszranianie owoców. Maliny zamrożone pakowane są w kartony i worki. Owoce zamrożone, zapakowane w kartony i worki, są magazynowane w komorze zamrażalniczej.

Jakość mrożonej żywności jest uwarunkowana wykorzystaniem czystych, zdrowych i wysokiej jakości surowców, właściwą obróbką wstępną, odpowiednimi parametrami zamrażania i przechowywania oraz dobrze dobranymi opakowaniami.

Material badawczy

Zakupiono próbki mrożonych owoców z handlu detalicznego i z chłodni (obrót hurtowy), z upraw w sezonie 2023. Mrożone owoce, zarówno z obrotu detalicznego, jak i hurtowego, pochodziły od pięciu różnych producentów/dostawców, identyfikowanych bezpośrednio z danych zawartych na opakowaniu. Badania przeprowadzono w 5 seriach pomiarowych. Analiza uzyskanych wartości została przeprowadzona z wykorzystaniem oprogramowania Microsoft Excel 2021.

Metody badań

W celu pozyskania wartości parametrów jakościowych, stanowiących podstawę do wyznaczenia standardów, mrożone owoce poddano ocenie w kierunku określenia ich cech, indywidualnie dobranych dla rodzaju owoców, wg metodyki opracowanej na podstawie norm, danych literaturowych oraz doświadczenia Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego - Państwowy Instytut Badawczy, Zakładu Technologii i Techniki Chłodnictwa (IBPRS-PIB ZT). W ramach realizowanych prac, przeprowadzono ocenę stanu opakowań owoców. Dokonano analizy organoleptycznej i klasyfikacji zgodnie z PN-97/A-78652 oraz oceny następujących parametrów jakościowych:

- zawartość suchej masy zgodnie z PN-90/A-75101/03
- kwasowość ogólna (metoda wagowa wg PN-90/A-75101/04 Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody fizykochemicznych)

- pH według PN- A-75101/06:1990
- zawartość ekstraktu ogólnego według PN-A-75101/02:1990
- zawartość popiołu metoda wagowa według PN-A-75101/08:1990
- dojrzałość konsumpcyjna na podstawie zawartości ekstraktu metodą refraktometryczną
- zawartość błonnika pokarmowego całkowitego metodą wagowo-enzymatyczną wg 991.43 AOAC, 32-07 AACC
- zawartość Ca, Mg i K metodą płomieniowej absorpcyjnej spektrometrii atomowej (FAAS)
- zawartość cukrów ogółem i redukujących oznaczano metodą Schoorla-Regenboga - według PN-A-79011-5:1998
- zawartość witaminy: C i B₂ metodą HPLC, B₁ metodą HPLC-FLD
- zawartość β -karotenu według PN-EN 12823-2:2002.

Oznaczono wartości antocyjanów ogółem metodą spektrofotometryczną różnicową, a także sumę związków fenolowych z odczynnikiem Folina-Ciocalte'u. Wykonano test antyoksydacyjny DPPH i ABTS.

Oszacowano ilość wycieku samoczynnego (soku) po rozmrożeniu owoców w temperaturze otoczenia przez 5 godzin oraz określono soczystość owoców (analizator tekstury typu CT3 TA firmy Brookfield Ametek).

Owoce, po rozmrożeniu, poddano ocenie organoleptycznej w zakresie wyglądu ogólnego, barwy, smaku i zapachu oraz konsystencji i struktury. Przeprowadzona ocena organoleptyczna owoców, została uzupełniona o analizę barwy w systemie CIE L*a*b* (spektrofotometr CM-5 Konica Minolta) i twardości z wykorzystaniem analizatora tekstury typu CT3 TA firmy Brookfield Ametek.

W próbkach oznaczono pozostałości środków ochrony roślin metodą PN-EN 15662:2018 - technika GC/MS i PN-EN 15662:2018 - technika LC/MS.

Określono gęstość odżywczą mrożonych malin.

Wyniki i omówienie

Pojęcie jakości może być definiowane w różnorodny sposób. Można ją identyfikować jako stopień doskonałości produktu, lub też zgodność z obowiązującymi przepisami. Dokumentem regulującym jakość owoców i warzyw świeżych w obrocie handlowym jest

Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) nr 543/2011 z dnia 7 czerwca 2011 r. z późniejszymi zmianami. Obejmuje ono przede wszystkim wymagania minimalne dotyczące wielkości, powierzchni wybarwienia oraz dopuszczalnych uszkodzeń w poszczególnych klasach jakości. Dla owoców mrożonych wymagania jakościowe zawarte zostały w normach polskich, w chwili obecnej nieobligatoryjnych do stosowania, ale wykorzystywanych przez producentów. Z punktu widzenia konsumenta, do głównych wyróżników jakościowych zaliczamy jędrność oraz smak owoców związany z zawartością ekstraktu i ich kwasowością. Niemniej, ważna jest również zawartość składników prozdrowotnych, takich jak: witaminy, błonnik czy związki fenolowe. Z punktu widzenia bezpieczeństwa spożycia, kluczową rolę odgrywa poziom pozostałości środków ochrony roślin.

Jakość mrożonej żywności jest uwarunkowana wykorzystaniem czystych, zdrowych i wysokiej jakości surowców, właściwą obróbką wstępną, odpowiednimi parametrami zamrażania i przechowywania oraz dobrze dobranymi opakowaniami.

Wyniki analiz opisujące wygląd opakowań, wielkość, ocenę jakościową, barwę owoców przedstawiono w opracowaniu „Malina mrożona w sezonie 2023 – analiza jakościowa”. Niniejsze opracowanie zawiera wyniki analiz będących dopełnieniem wiedzy w zakresie standardów rynkowych i oceny jakościowej tego rodzaju owoców mrożonych.

Badane owoce były w stanie dojrzałości konsumpcyjnej (Tabela 2). Wykazane różnice w zawartości ekstraktu, jak i suchej masy zależały od producenta, przy braku informacji o odmianie czy rzeczywistym pochodzeniu (miejscu uprawy) owoców. Porównując wyniki zawartości wody w badanych owocach, z danymi literaturowymi (maliny 14,2 g) można uznać, że zastosowane opakowanie oraz warunki przechowywania w sposób zadowalający zabezpieczały składowane, w handlu i chłodniach, owoce przed utratą wody. Zawartość ekstraktu ogólnego malin znajdowała się w przedziale od 8,00% do 10,1%. Oznaczone wartości pH oraz kwasowości ogólnej próbek handlowych detalicznych i hurtowych były zbliżone.

Tabela 2. Parametry fizykochemiczne mrożonych malin

Sucha masa [%]	Zawartość ekstraktu [% m/m]	pH [-]	Kwasowość ogólna [g/100g]*
obrót detaliczny			
12,17 – 14,94	8,50 – 10,01	2,66 – 3,02	1,71 -1,89
obrót hurtowy			
12,00 – 14,66	8,00- 9,02	2,71 – 2,74	1,61 – 1,78

* w przeliczeniu na kwas jabłkowy

Skład chemiczny owoców zależy od czynników genetycznych i środowiskowych: odmiany, warunków klimatycznych i agrotechnicznych, stopnia dojrzałości, warunków przechowywania. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na skład gotowego produktu, są metody przetwarzania i utrwalania.

Zawartość soli mineralnych identyfikowanych w mrożonych malinach przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Zawartość wybranych związków mineralnych w mrożonych malinach

Producent	Ca	Mg	K
	[mg/kg]		
obrót detaliczny	196,00 – 228,9	131,63 – 161,68	2050,00 – 2060,00
obrót hurtowy	270,00 – 272,00	126,29 – 136,38	1655,00 – 1660,00
dane literaturowe	350,00	200,00	2030,00

*Tabele składu i wartości odżywczej żywności Kunachowicz i in. 2017

Cukry, to ważny materiał energetyczny, m.in. wspomagają pracę mózgu, tworzą zapasy energetyczne i biorą udział w budowie struktur komórkowych. Owoce, w porównaniu z warzywami, zawierają większą ilość naturalnych cukrów prostych, dlatego w Piramidzie Zdrowego Żywienia i Aktywności Fizycznej Instytutu Żywności i Żywienia rekomendowana proporcja owoców do warzyw wynosi $\frac{1}{4}$ do $\frac{3}{4}$. Zawartość naturalnych cukrów prostych w owocach różni się w zależności od rodzaju, a także od stopnia ich dojrzałości. Niewielką ilość cukrów mają: maliny, truskawki, porzeczki, cytryny, grejpfruty, agrest, czarne jagody, wiśnie, jabłka (od 5,3 do 10,1 g w 100 g produktu). Do tych o większej ilości cukrów zalicza się: ananasa, gruszki, czereśnie, winogrona, banany (12,4 – 21,8 g/100 g). Zawartość cukrów ogółem i cukrów redukujących (monosacharydów: glukoza, fruktoza, galaktoza, ryboza, arabinoza, ksyloza oraz niektóre disacharydy: laktoza, maltoza, celobioza) w mrożonych malinach podano w poniższej tabeli (Tabela 4).

Tabela 4. Zawartość cukrów w mrożonych malinach [%]

Producent	cukry ogółem [%]	cukry redukujące [%]
obrót detaliczny	4,16 – 4,50	3,80 – 3,92
obrót hurtowy	4,77 – 4,84	2,89 – 3,98
dane literaturowe	350,00	200,00

Owoce są źródłem cukrów prostych, które dostarczają po spożyciu energii. Gdy wraz z cukrami do organizmu trafia błonnik, poziom glukozy we krwi podnosi się znacznie wolniej niż w przypadku spożywania produktów będących źródłem wyłącznie cukrów prostych. Zaleca się dwie porcje owoców w ciągu dnia, które nie przekroczą 0,5 kg, aby nie dostarczać zbyt wielu cukrów.

Owoce obfitują w wartości odżywcze: enzymy, sole mineralne, błonnik i antyoksydanty, jak np. witaminy A, E, C oraz flawonoidy, które szczególnie intensywnie oddziałują na wolne rodniki powstające między innymi w sytuacjach stresowych, czy w stanach zapalnych organizmu. Zawartość błonnika w mrożonych malinach podano w Tabeli 5.

Tabela 5. Zawartość błonnika w mrożonych malinach

Producent	Błonnik	
	[g/100g]	[% sm]
obrót detaliczny	5,77 – 5,79	37,20 – 37,38
obrót hurtowy	4,42 – 6,60	34,58 – 39,72
dane literaturowe	6,70	-

*Tabele składu i wartości odżywczej żywności Kunachowicz i in. 2017

Z uwagi na duży potencjał antyoksydacyjny owoce powinny stanowić stały i nieodłączny element prawidłowo zbilansowanej diety. Wyniki badań epidemiologicznych wskazują, że osoby spożywające często owoce, rzadziej zapadają na niezakaźne choroby przewlekłe w porównaniu z tymi, których dieta jest uboga w owoce. Ważne, aby spożywane owoce były możliwie jak najbardziej różnokolorowe, bo za każdą barwą kryje się w owocach inna zawartość substancji odżywczych i bioaktywnych. W czerwonych i fioletowych znajduje się dużo witaminy C, antocyjanidynów i antocyjaninów, w pomarańczowych – karotenoidów a w zielonych – kwasu foliowego i chlorofilu. Każdy z tych składników oddziałuje w inny prozdrowotny sposób na organizm człowieka, a zatem różnorodność owoców w prawidłowo

zbilansowanej diecie zapewnia prawidłowe funkcjonowanie. Zawartość polifenoli, antocyjanów i test antyoksydacyjny DPPH i ABTS mrożonych malin przedstawiono w Tabeli 6.

Tabela 6. Zawartość polifenoli, antocyjanów i test antyoksydacyjny DPPH i ABTS mrożonych malin

Producent	Suma związków fenolowych	Antocyjany	Aktywność przeciwutleniająca [$\mu\text{M/g}$]	
	[mg/100g]		DPPH*	ABTS**
	min. – max.			
obrót detaliczny	2,64 – 3,20	43,6	4,00 – 5,05	3,62 – 7,70
obrót hurtowy	2,61 – 2,76	27,10 – 29,20	3,62 – 4,22	4,28 – 5,37

* w przeliczeniu na kwas galusowy

** w przeliczeniu na trolox

Antocyjany to barwniki roślinne należące do grupy polifenoli o charakterystycznym zabarwieniu. Związki te występują w postaci glikozydów lub acyloglikozydów antocyjanidyny w wielu owocach, kwiatach, a także liściach i korzeniach roślin, nadając im barwę czerwoną, niebieską, purpurową lub czarną. Antocyjany mają wiele właściwości prozdrowotnych. Zaobserwowano ich korzystny wpływ na procesy widzenia, wykazują działanie przeciwcukrzycowe, przeciwnowotworowe, ochronne w chorobach sercowo-naczyniowych oraz neuroprotektoryjne. Z uwagi na działanie przeciwzapalne oraz antyoksydacyjne mają one zastosowanie w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. Przeprowadzone badania dowodzą, że antocyjany mają znacznie wyższy potencjał przeciwutleniający niż najbardziej znane antyoksydanty, takie jak witamina C, E czy β -karoten. Zawartość witamin identyfikowanych w mrożonych malinach przedstawiono Tabeli 7.

Tabela 7. Zawartość β -karotenu oraz witamin w mrożonych malinach

Producent	Witamina C	β -karoten	Witamina B ₁	Witamina B ₂
	[mg/100g]		[$\mu\text{g}/100\text{g}$]	
obrót detaliczny	19,80 – 27,60	6,50 – 7,10	2,90 – 4,30	21,80 – 25,40
obrót hurtowy	23,00 – 25,00	8,00 – 8,70	2,80 – 4,30	22,00 – 25,80
Dane literaturowe	28,30	16,00	18,00	62,00

*Tabele składu i wartości odżywczej żywności Kunachowicz i in. 2017

Producenci żywności, zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1169/2011 z dnia 25.10.2011, mają obowiązek podawania konsumentom informacji

o wartości odżywczej na etykiecie produktu. Podstawowe informacje dotyczące wartości odżywczej, muszą być podane w przeliczeniu na 100 g lub 100 ml. Dodatkowo można uwzględnić przeliczenie na porcję lub jednostkową ilość, jeśli porcja lub jednostkowa ilość danego produktu jest rozpoznawalna dla konsumenta. W przypadku podawania wartości na porcję, należy wskazać na opakowaniu liczbę porcji, jaka się w nim znajduje (ta informacja musi być widoczna obok informacji o wartości odżywczej). W przypadku sprzedaży żywności gotowej do spożycia po przygotowaniu, wartość odżywcza również może się odnosić do produktu po przygotowaniu, ale tylko wtedy, kiedy na opakowaniu znajdują się wyczerpujące informacje o sposobie przygotowania.

Nie może wprowadzać konsumenta w błąd np. poprzez sugerowanie, że produkt posiada szczególne składniki odżywcze, w sytuacji, kiedy każdy podobny produkt posiada takie same. Obowiązkowe składowe wartości odżywczej obejmują: wartość energetyczną, tłuszcz (w tym kwasy tłuszczowe nasycone), węglowodany (w tym cukry), białko, sól. Dobrowolne składowe wartości odżywczej obejmują: kwasy tłuszczowe jednonienasycone i wielonienasycone, skrobia, błonnik, alkohole wielowodorotlenowe, 14 witamin i 13 składników mineralnych. Przedstawiane wartości odżywcze są wartościami średnimi opartymi na analizie żywności lub obliczonymi na podstawie znanych wartości średnich użytych składników. Obowiązkowe składowe wartości odżywczej mogą być wyrażone dodatkowo jako wartość procentowa referencyjnych wartości spożycia (%RWS). RWS przeciętnej osoby dorosłej została przyjęta jako 2000 kcal. Poziomy witamin i składników mineralnych muszą być wyrażone dodatkowo jako wartość procentowa referencyjnych wartości spożycia (%RWS).

Wartość odżywcza powinna być przedstawiona w formie tabeli, a jeśli nie ma na to miejsca, w formie pisemnej liniowej.

Sposób i kolejność prezentowania informacji o wartości odżywczej są następujące:

Wartość energetyczna kJ/kcal

- **tłuszcz, w tym:**
 - **kwasy tłuszczowe nasycone**
 - kwasy tłuszczowe jednonienasycone
 - kwasy tłuszczowe wielonienasycone
- **węglowodany, w tym:**
 - **cukry**
 - alkohole wielowodorotlenowe
 - skrobia
- **błonnik**
- **białko**
- **sól**

— witaminy i składniki mineralne.

Elementy wskazane wytłuszczonym drukiem są obowiązkowe, pozostałe stanowią informację dobrowolną producenta (Tabela 8). Wyjątek stanowią produkty wzbogacane w witaminy i składniki mineralne. W ich przypadku producent ma obowiązek podać całkowite ilości tych związków po dodaniu ich do żywności (wykaz dopuszczonych witamin i minerałów znajduje się w załączniku XIII Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 1169/2011 z dnia 25.10.2011).

Tabela 8. Wartość odżywcza i energetyczna mrożonych malin

Składniki	Producent		Dane literaturowe	
	Obrót detaliczny	Obrót hurtowy		
wartość energetyczna	kJ kcal	141,00 – 180,00 34 ,00– 43,00	177,00 43,00	177,00 43,00
tłuszcz	g	0,30 – 0,50	0,30	0,30
<i>w tym</i>				
kwasy tłuszczowe nasycone	g	<0,10 – 0,10	0,01	0,01
węglowodany	g	5,10 – 6,10	11,60 – 12,00	11,60
<i>w tym</i>				
cukry	g	4,90 – 5,10	4,90	4,90
błonnik	g	-	-	6,70
białko	g	0,80 – 1,30	1,30	1,30
sól	g	<0,01 – 0,10	0,005	0,005

*Tabele składu i wartości odżywczej żywności Kunachowicz i in. 2017

Spożywając owoce w codziennej diecie konsument dostarcza organizmowi dawkę substancji odżywczych w zalecanej porcji kalorii. Koncentracja substancji takich jak witaminy, minerały czy błonnik w pokarmie, przekłada się na pojęcie **gęstości odżywczej** posiłku/pokarmu. Profilowanie składników odżywczych to technika oceniania lub klasyfikowania żywności na podstawie ich wartości odżywczej. Pokarmy, które dostarczają stosunkowo więcej składników odżywczych niż kalorii są definiowane jako gęste odżywczo. Profil odżywczy oblicza się w oparciu o zawartość wybranych, kluczowych składników odżywczych w 100 g lub 100 kcal produktu. Istnieją też modele działające w oparciu o zalecaną porcję. Celem złożonych ocen gęstości składników odżywczych jest uchwycenie wielu cech odżywczych danej żywności.

Kompleksowy indeks gęstości odżywczej (ANDI – Aggregate Nutrient Density Index), opracowany przez amerykańskiego dietetyka, doktora Joela Fuhrmana, to skala wyznaczająca wartość odżywczą produktów, w której artykuły spożywcze otrzymują od 1 do 1000 punktów.

Pojęcie to definiuje jak wiele składników odżywczych obecnych jest np. w 1000 kcal danego produktu. Wskaźnik ten kładzie nacisk nie na białka, węglowodany czy tłuszcze, a właśnie na mikroskładniki, takie jak witaminy czy minerały. Klasyfikacja opiera się na identyfikacji ilości 34 składników (tj. błonnik, wapń, żelazo, magnez, fosfor, potas, cynk, miedź, mangan, selen, witamina A, beta karoten, alfa karoten, likopen, luteina, zeaksantyna, witamina E, witamina C, tiamina, ryboflawina, niacyna, kwas pantotenowy, witamina B6, kwas foliowy, witamina B12, cholina, witamina K, fitosterole, glukozytolany, inhibitory angiogenezy, inhibitory aromatazy, resweratrol) oraz na tzw. ORAC Score, czyli wskaźniku antyoksydacyjnej zdolności produktów. **Indeks ANDI malin wynosi 145.**

Spośród wielu modeli profilowania żywności wybrano cztery dla oceny gęstości odżywczej owoców (Tabela 9):

- Naturally Nutrient Rich Score (NNR) wyraża w jakim stopniu produkt, pokrywając potrzeby energetyczne na poziomie 2000 kcal, pokrywa jednocześnie zapotrzebowanie na 14 bądź 16 (w wersji rozszerzonej) składników odżywczych,
- Nutrient Adequacy Score (NAS) wskazuje jak dobrym źródłem wybranych 16 składników odżywczych jest 100 g części jadalnych danego produktu,
- Nutrient Density Score (NDS) podaje wartość dla 100 kcal,
- Nutrient Rich Food Index (NRF) rozszerza ocenę gęstości odżywczej produktu pomniejszając wynik o składniki, które uważa się za niekorzystne i zalecane jest ograniczenie ich spożycia.

W przypadku powyższych modeli bogata w składniki odżywcze żywność jest wysoko oceniana, podczas gdy żywność, która dostarcza kalorii, ale niewiele składników odżywczych ma niższy wynik. Modele, jak również poszczególne ich warianty, biorą pod uwagę różne zestawy składników odżywczych, wyniki można porównywać jedynie w ramach danego modelu (wariantu).

Stosowane algorytmy:

- Naturally Nutrient Rich Score (NNR)

$$NNR = \sum_{1-14} [(\text{Nutrient}/\text{DV}) \times 100] / 14$$

$$NNR = \sum_{1-16} [(\text{Nutrient}/\text{DV}) \times 100] / 16$$

- Nutrient Rich Food Index (NRF)

$$NR_{n100 \text{ kcal}} = [\sum_{1-n} (\text{Nutrient}/\text{DV}) \times 100] / ED$$

$$\text{LIM3}_{100 \text{ kcal}} = [\sum_{1-n} (\text{Nutrient/DV}) \times 100] / \text{ED}$$

$$\text{NRF n.3}_{100 \text{ kcal}} = \text{NRn}_{100 \text{ kcal}} - \text{LIM3}_{100 \text{ kcal}}$$

– Nutrient Nutrient Adequacy Score (NAS)

$$\text{NAS} = [\sum (\text{Nutrient/DV}) \times 100] / 16$$

– Nutrient Density Score (NDS)

$$\text{NARn} = \sum ((\text{Nutrient/DV}) \times 100) / n$$

$$\text{NDSn} = \text{NARn} / \text{ED} \times 100$$

- DV (Daily Value) – średnia dzienna referencyjna wartość spożycia dla dorosłych kobiet i mężczyzn (18-59 lat) o niskiej aktywności fizycznej (siedzący tryb życia)
- ED (Energy Density) - gęstość energetyczna; ilość dostępnej energii na jednostkę wagową żywności (w kcal/100g części jadalnych)
- Nutrient - ilość składnika odżywczego (w g, mg lub μg) w 100g części jadalnych produktu lub w 100 kcal dostarczanych przez produkt

Tabela 9. Zestawienie wybranych modeli profilowania gęstości odżywczej

Model	Algorytm	Warianty	Składniki odżywcze uwzględnione w modelu				Cechy modelu
			Makroelementy	Witaminy	Minerały	Składniki odżywcze, które należy ograniczać	
NNR	NNR	-	białko, jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA), błonnik	A, C, D, E, B1, B6, B12, foliany/kwas foliowy, B5	Ca, Fe, Zn, K	-	Średnia arytmetyczna w oparciu o zawartość 14 składników w 8368 kJ (2000 kcal) i ograniczeniu przy 2000% DV dla poszczególnych składników; wersja dla 16 składników uwzględniono wit. B5 i błonnik
NRF	NRn _{100 kcal}	NRF6 (n=6)	białko, błonnik	A, C	Ca, Fe	-	Średnia arytmetyczna z %DV dla n składników odżywczych; w oparciu o zawartość składników w 418 kJ (100 kcal); NRn , Nutrient-Rich Score na podstawie n korzystnych składników (n zależne od danego podindeksu); LIM3 , Limited Nutrient Score, złożony z trzech składników, które należy ograniczać;
		NRF9 (n=9)	białko, błonnik	A, C, E	Ca, Fe, Mg, K	-	
		NRF11 (n=11)	białko, błonnik	A, C, D, E, B12	Ca, Fe, Mg, Zn, K	-	
		NRF15 (n=15)	białko, błonnik, jednonienasycone kwasy tłuszczowe (MUFA)	A, C, D, E, tiamina, ryboflawina, B12, foliany	Ca, Fe, Zn, K	-	
	LIM3 _{100 kcal}	-	-	-	-	nasycone kwasy tłuszczowe (SFA), cukier całkowity, Na	
	NRF n.3 _{100 kcal}	-	-	-	-	-	
NAS	NAS	-	białko, błonnik	A, C, D, E, tiamina, ryboflawina, B6, B12, niacyna, foliany, kwas pantotenowy	Ca, Fe, Mg	-	Średnia z %DV dla 16 składników odżywczych w 100 g części jadalnych
NDS	NARn NDSn	NDS5 (n=5)	białko, błonnik	C	Ca, Fe	-	Indeks obliczany w oparciu o ilość składników odżywczych w 418 kJ (100 kcal).
		NDS6 (n=6)	białko, błonnik	A, C	Ca, Fe	-	

	NDS9 (n=9)	białko, błonnik	A, C, E	Ca, Fe, Mg, K	-	NARn, Nutrient Adequacy Ratio dla n składników
	NDS16 (n=16)	białko, błonnik	A, C, D, E, tiamina, ryboflawina, niacyna, kwas pantotenowy, B6, B12, foliany	Ca, Fe, Mg	-	

Wyniki zebrane w Tabeli 10 przedstawiają wartości gęstości odżywczej wybranych modeli profilowania żywności w oparciu o uśrednione dane doświadczalne mrożonych malin od różnych dostawców z upraw w sezonie 2022.

Tabela 10. Wartości gęstości odżywczej mrożonych malin w zależności od modelu profilowania żywności

Model	Wartość gęstości odżywczej	
	Owoce konwencjonalne	Dane literaturowe
Naturally Nutrient Rich Score (NNR)		
NNR14	240,20	284,03
NNR16	286,28	341,46
Nutrient-Rich Foods (NRF)		
NRF6.3	142,56	173,84
NRF9.3	172,26	211,37
NRF11.3	180,35	219,89
NRF15.3	201,09	248,81
Nutrient Adequacy Score (NAS)		
NAS	6,34	7,49
Nutrient Density Score (NDS)		
NDS5	30,60	37,34
NDS6	22,60	28,93
NDS9	20,44	25,06
NDS16	14,19	17,62

Dobre praktyki produkcyjne

Wymagania klientów dotyczące jakości żywności stale rosną i aby temu sprostać kontrolowane są wszystkie etapy produkcji, począwszy od pozyskania surowców, poprzez produkcję i przechowywanie, aż do zakupu przez konsumenta. W celu zapewnienia odpowiedniego nadzoru utworzono systemy zarządzania jakością. Najczęściej stosowanymi w produkcji i przetwórstwie żywności są:

- HACCP (zgodny z Codex Alimentarius),
- Dobre Praktyki Produkcyjne GMP,

- Dobre Praktyki Higieniczne GHP,
- QACP - Punkty Kontrolne Zagwarantowania Jakości (Quality Assurance Control Pointa),
- TQM (Total Quality Management),
- systemy zarządzania jakością zgodne z normami PN-EN ISO 22000:2006 i ISO serii 9000.

Wśród systemów zapewnienia bezpieczeństwa żywności znajduje się także IFS i BRC. Celem IFS Logistic Standard jest zapewnienie zgodności z wymaganiami i specyfikacjami w całym łańcuchu dostaw w zakresie działań logistycznych (w tym w transporcie drogowym) dla produktów mrożonych, głęboko mrożonych, chłodzonych oraz świeżych. BRC Global Standard jest dokumentem normatywnym opracowanym przez Brytyjskie Konsorcjum Detalistów (British Retail Consortium – BRC). W zakresie magazynowania i transportu BRC Global Standard – Storage & Distribution wymaga m.in. zapewnienia właściwych warunków higieny podczas magazynowania.

Zintegrowane systemy łączą jakość z ochroną środowiska i bezpieczeństwem pracy, a ich właściwe funkcjonowanie jest gwarantem wysokiej jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego produktu.

Instytut na bieżąco śledzi doniesienia dotyczące stanu jakości żywności, w tym informacje przedstawiane przez Główny Inspektorat Sanitarny, dane producentów czy sieci handlowe. W Unii Europejskiej podstawowym źródłem informacji o produktach (żywności) niebezpiecznych jest System wczesnego ostrzegania o niebezpiecznej żywności i paszach (RASFF). Rapid Alert System of Food and Feed służy do szybkiej wymiany informacji o zagrożeniach wykrytych w żywności, paszach oraz w materiałach przeznaczonych do kontaktu z żywnością. Obecnie system funkcjonuje na podstawie rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 178/2002 z dnia 28 stycznia 2002 r.

W okresie trwania zadania badawczego nie zidentyfikowano informacji, dotyczących nieprawidłowości w jakości mrożonych malin dostępnych na krajowym rynku.

Pojęcie „**pestycyd**” w literaturze oraz aktach prawnych stosowane jest wymiennie z terminem „**środek ochrony roślin**” i uważane za równoznaczne. Pestycydy to grupa związków o zróżnicowanej budowie i właściwościach, składająca się z ponad 1000 substancji. Ze względu na zróżnicowane kryteria podziału istnieje wiele klasyfikacji pestycydów ze względu na zastosowania, sposób działania, budowę chemiczną bądź aspekty toksykologiczne. Obecność pestycydów w żywności jest konsekwencją stosowania środków ochrony roślin w rolnictwie. Pestycydy są substancje, które mogą stanowić istotne zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt.

Wiele pozostałości w jednej próbce może wynikać ze stosowania różnych rodzajów pestycydów (np. stosowania herbicydów, fungicydów lub insektycydów przeciwko różnym szkodnikom lub chorobom) lub stosowania różnych substancji czynnych w celu uniknięcia rozwoju odpornych agrofagów lub chorób oraz pobierania trwałych pozostałości z gleby, w wyniku zabiegów stosowanych w poprzednich sezonach lub znoszenia oprysków/pyłu na pola przylegające do pól poddanych działaniu środka. Oprócz wielu pozostałości wynikających z praktyki rolniczej, wiele pozostałości może również wystąpić w wyniku mieszania produktów o różnej historii obróbki na różnych etapach łańcucha dostaw, w tym zanieczyszczenia podczas przetwarzania żywności. Zgodnie z obowiązującymi przepisami UE obecność wielu pozostałości w próbce pozostaje zgodna, o ile każdy indywidualny poziom pozostałości nie przekracza indywidualnego NDP ustalonego dla każdej substancji czynnej. W badanych próbkach mrożonych truskawek wykonano oznaczenia pozostałości środków ochrony roślin różnych grup chemicznych, zgodnych z wykazem poniżej (tabele 11 i 12).

Tabela 11. Oznaczane środki ochrony roślin i ich dolne granice oznaczalności metoda PN-EN 15662:2018 - technika GC/MS

Lp.	Badany związek	DGO mg/kg l	Lp.	Badany związek	DGO mg/kg l	Lp.	Badany związek	DGO mg/kg ¹
1	2,4'-Metoksychlor o,p`	0,01	61	EPN	0,01	121	Mireks	0,01
2	4,4'-Metoksychlor p,p` olefin	0,01	62	Esfenvalerat	0,01	122	Myklobutanil	0,01
3	Acekwinocyl	0,01	63	Ethofumesat	0,01	123	Nitrofen	0,01
4	Akrynatryna	0,01	64	Etion	0,01	124	Nonachlor-cis	0,01
5	Aldryna	0,005	65	Etopenproks	0,01	125	Nonachlor-trans	0,01
6	Alletryna	0,01	66	Etrimfos	0,01	126	Oksadiksył	0,01
7	Antrachinon	0,01	67	Fenamidon	0,01	127	Oksyfluorfen	0,01
8	Atrazyna	0,01	68	Fenazachin	0,01	128	Paration (etylowy)	0,01
9	Azinofos etylowy	0,01	69	Fenheksamid	0,01	129	Paration-metylowy	0,01
10	Azinofos metylowy	0,01	70	Fenitrotion	0,01	130	Pencykuron	0,01
11	Azoksystrobina	0,01	71	Fenoksaprop-etylu	0,01	131	Pendimetalina	0,01
12	Bifentryna	0,01	72	Fenotryna	0,01	132	Pentachloroanisol	0,01
13	Boskalid (Nikobifen)	0,01	73	Fenpropimorf	0,01	133	Pentachlorobenzen	0,01
14	Bromopropylat	0,01	74	Fenson	0,01	134	Pentachlorotioanisol	0,01
15	Bupirymat	0,01	75	Fenvalerat	0,01	135	Permetryna	0,01
16	Chinalfos	0,01	76	Flonikamid	0,01	136	Pertan (Etylan)	0,01
17	Chinoklamina	0,01	77	Fluazifop-P-butylu	0,01	137	Picoksystrobina	0,01
18	Chinoksyfen	0,01	78	Flucytrynat	0,01	138	Piperonylobutoksyd	0,01
19	Chizalofop-p-etylu	0,01	79	Fludioksonil	0,01	139	Piraklostrobina	0,01
20	Chlorbenzyd	0,01	80	Flufenacet	0,01	140	Pirazofos	0,01
21	Chlordan alfa cis	0,005	81	Fluopyram	0,01	141	Pirydaben	0,01
22	Chlordan gamma trans	0,005	82	Fluroksypyr meptylu	0,01	142	Pirydamention	0,01
23	Chlorfenoson	0,01	83	Flutolanil	0,01	143	Pirymetanil	0,01
24	Chlorfenwinfos	0,01	84	Folpet	0,01	144	Piryminyfos etylowy	0,01
25	Chloridazon	0,01	85	Fonofos	0,01	145	Piryminyfos-metylowy	0,01
26	Chloroneb	0,01	86	Forat	0,01	146	Piryminykarb	0,01
27	Chlorotalonil	0,01	87	Fosalon	0,01	147	Piryproksyfen	0,01
28	Chlorotoluron	0,01	88	Fosfamidon	0,01	148	Procymidon	0,01

29	Chlorpiryfos-etylowy	0,01	89	Fosmet	0,01	149	Propachlor	0,01
30	Chlorpiryfos-metylowy	0,01	90	Fostiazat	0,01	150	Propamokarb	0,01
31	Chlorprofam	0,01	91	Haloksyfop-metylu	0,01	151	Propargit	0,01
32	Cyflufenamid	0,01	92	HCH, Alfa	0,0025	152	Propoksyr	0,01
33	Cyflutryna	0,02	93	HCH, Beta	0,005	153	Propyzamid	0,01
34	Cypermetyryna	0,01	94	HCH, delta	0,0025	154	Prosulfokarb	0,01
35	Cyprodinil	0,01	95	HCH, gamma	0,005	155	Pyraklofos	0,01
36	DDD p,p`	0,01	96	Heksachlorobenzen-	0,0025	156	Resmetryna	0,01
37	DDD, o,p`	0,01	97	Heptachlor	0,005	157	Siltiofan	0,01
38	DDE o,p`	0,01	98	Heptachlor epoksyd	0,005	158	Spirodiklofen	0,01
39	DDE p, p`	0,01	99	Indoksakarb	0,01	159	Symazyna	0,01
40	DDT o,p`	0,01	100	Iprodion	0,01	160	Tau-fluwalinat	0,01
41	DDT p,p`	0,01	101	Isazafos	0,01	161	Tebufenpyrad	0,01
42	Deltametryna	0,01	102	Izodrin	0,01	162	Teflutryna	0,01
43	Diazynon	0,01	103	Kaptan	0,01	163	Tepaloksydym	0,01
44	Dichlofluanid	0,01	104	Karboksyna	0,01	164	Tetradifon	0,01
45	Dichloro-benzofenon, 4, 4`	0,01	105	Karfentrazon-etylu	0,01	165	Tetrametryna	0,01
46	Dichlorvos (DDVP)	0,01	106	Krezoksym-metylu	0,01	166	Tolilfluanid	0,01
47	Dieldryna	0,005	107	Kwintozen	0,01	167	Transflutryna	0,01
48	Difenylamina	0,01	108	Lambda cyhalotryna	0,01	168	Triazofos	0,01
49	Diflufenikan	0,01	109	Malation	0,01	180	Trifloksystrobina	0,01
50	Dimetachlor	0,01	110	Mekarbam	0,01	170	Trifluralina	0,01
51	Dimetoat	0,01	111	Mepanipiryrym	0,01	171	Winklozolina	0,01
52	Dimetomorf	0,01	112	Metalaksyl	0,01	172	Zoksamid	0,01
53	Disulfoton	0,01	113	Metamidofos	0,01			
54	Endosulfan alfa	0,01	114	Metazachlor	0,01			
55	Endosulfan beta	0,01	115	Metiokarb	0,01			
56	Endosulfan eter	0,01	116	Metoksychlor A	0,01			
57	Endosulfan siarczan	0,01	117	Metrafenon	0,01			
58	Endryna	0,01	118	Metrybuzynq	0,01			
59	Endryny Aldehyd	0,01	119	Metydation	0,01			
60	Endryny Keton	0,01	120	Mewinfos	0,01			

Tabela 12. Oznaczone środki ochrony roślin metoda PN-EN 15662:2018 - technika LC/MS

L.p.	Związek	L.p.	Związek	L.p.	Związek
1	abamektyna	51	florasulam	101	oksamyl
2	acetamipryd	52	fluazinam	102	paklobutrazol
3	ametokradyna	53	fluchinkonzol	103	penflufen
4	amidosulfon	54	fluksapyroksad	104	penkonazol
5	amidopyralid	55	fluoksastrobina	105	penoksulam
6	amisulbrom	56	flupiradifuron	106	petoksamid
7	azadyrachtyna A	57	flupyrsulfuron-metylu	107	pikolinafen
8	beflubutamid	58	flurochloridon	108	pimetrozyna
9	bensulfuron metylu	59	fluoksypyr	109	pinoksaden
10	bentazon	60	flusilazol	110	pirydat
11	bentiowalikarb izopropylowy	61	flutriafol	111	prochinazyd
12	benzowyndiflupyr	62	foramsulfuron	112	prochloraz
13	benzyloadenina	63	fuberidazol	113	prometryna
14	benzyloamino puryna	64	heksakonazol	114	propachizafop
15	bifenoks	65	heksytiazoks	115	propikonazol
16	biksafen	66	hymeksazol	116	propoksykarbazon sodu
17	bitertanol	67	imazalil	117	protiokonazol
18	bromoksynil	68	imazamoks	118	pyraflufen etylu
19	bromukonazol	69	imidaklopryd	119	pyriofenon
20	chinomerak	70	ipkonazol	120	pyroksulam
21	chizalofop-p-tefurylu	71	isoproturon	121	rimsulfuron
22	chlomazon	72	izoksafłutol	122	sedaksan
23	chlorantraniliprol	73	izopyrazam	123	spinetoram A
24	chlorsulfuron	74	jodosulfuron-metylu	124	spinetoram B

25	cyflumetofen	75	karbendazym	125	spinosad_A
26	cyjanotraniliprol	76	kletodym	126	spinosad_D
27	cyjazofamid	77	klofentezyna	127	spiroksamina
28	cymoksanil	78	klopyralid	128	spirotetramat
29	cyprokonazol	79	klotianidyna	129	sulfoksaflor
30	cyromazyna	80	laktofen	130	sulkotrion
31	desmedifam	81	lenacil	131	tebukonazol
32	difenokonazol	82	linuron	132	tembotrion
33	diflubenzuron	83	mandipropamid	133	tepraloksydym
34	diklobutrazol	84	mefentriflukonazol	134	terbutylazyna
35	dimetenamid_p	85	metabromuron	135	tetrakonazol
36	dimoksystrobina	86	metamitron	136	tiabendazol
37	dinikonazol	87	metazachlor	137	tiaklopyrd
38	dodyna	88	metkonazol	138	tiametoksam
39	emamektyna	89	metoksyfenozyd	139	tienkarbendazon metylu
40	epoksykonazol	90	metrafenon	140	tifensulfuron-metylu
41	etakonazol	91	metsulfuron_metylu	141	tiofanat_metylu
42	etirimol	92	mezosulfuron_metylu	142	triadimenol
43	etoksazol	93	mezotrion	143	tribenuron_metylu
44	famoksadon	94	milbamektyna A3	144	trichlopyr
45	fenarimol	95	milbamektyna A4	145	triflumizol
46	fenbukonazol	96	napropamid	146	triflusulfuron_metylu
47	fenmedifam	97	nicosulfuron	147	trineksapak-etylu
48	fenpropidyna	98	p- nitrofenolan sodu	148	tritikonazol
49	fenpyroksymat	99	5 nitroquajakolan	149	walifenalat
50	fipronil	100	nuarimol		

Dolne granice oznaczalności (DGO) pestycydów wykazanych w Tabeli 17 to 0,01 mg/kg.

Większość badanych próbek zawierało pozostałości środków ochrony roślin na poziomie oscylującym blisko granicy oznaczalności stosowanej metody, wynoszącej 0,01 mg/kg. W pojedynczych przypadkach owoców stwierdzono obecność związków, jednakże na poziomie zdecydowanie niższym niż NDP (tabela 13).

Tabela 13. Pozostałości środków ochrony roślin w mrożonych malinach

Związek	Zawartość [mg/kg]	NDP [mg/kg]*
obrót detaliczny		
boskalid	0,20 ±0,10	10,0
cyprordinil	0,06 ±0,03	3,0
fenheksamid	0,14 ±0,07	15,0
trifloksystrobina	0,02 ±0,01	3,0
azoksystrobina	0,06 ±0,03	5,0
difenokonazol	0,02 ±0,01	1,5
obrót hurtowy		
Pestycydy**	<0,01	

NDP* – zgodnie z Rozporządzeniem WE 396/2005 najwyższa dopuszczalna wartość pozostałości badanego związku

**Wykaz w Tabeli 11 i 12

Celem minimalizacji ryzyka obecności pestycydów w żywności wskazane jest prowadzenie działań skierowanych do producentów rolnych, w tym efektywnego informowania o zmianach na rynku pestycydów, zmianach w przepisach oraz warunkach sprzedaży, a także monitorowania jakości owoców mrożonych w odniesieniu do ilości i poziomu występowania pozostałości środków ochrony roślin. Ryzyko negatywnego wpływu pozostałości pestycydów na zdrowie zależy od częstości ekspozycji, jak również dawki substancji aktywnej. Sprawozdania z działania systemu RASFF (System Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznej Żywności i Paszach), przekazują na bieżąco informacje dotyczących pozostałości pestycydów w żywności. Zgodnie z prawodawstwem Unii Europejskiej (art. 32 rozporządzenia (WE) nr 396/2005) EFSA również przedstawia roczne sprawozdanie oceniające poziomy pozostałości pestycydów w żywności na rynku europejskim. Zalecenia dla podmiotów zarządzających ryzykiem mają na celu zwiększenie skuteczności systemów kontroli i zapewnienie wysokiego poziomu ochrony konsumentów w całej UE.

Niniejsza broszura przedstawia wyniki badań dotyczące jakości mrożonych malin. Analizy mrożonych owoców, pozyskanych z upraw w sezonie 2023, wskazały na ich zróżnicowanie jakościowe, zarówno w odniesieniu do producenta/dystrybutora mrożonek, jak też sposobu wprowadzania owoców do obrotu handlowego - detalicznego czy hurtowego.

Rynek mrożonych owoców oferuje konsumentom szeroki wybór produktów i powinien być nadzorowany w odniesieniu do ich higieny, bezpieczeństwa i jakości. Kontrola jakości mrożonych owoców ma dla konsumentów duże znaczenie i pomaga budować zaufanie do produktów przez nich nabywanych. Istotna jest nie tylko wysoka jakość świeżych owoców przeznaczonych do mrożenia, ale także mrożonych owoców w momencie ich wprowadzenia na rynek i jej stabilność przez cały okres przydatności produktu do spożycia.



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**



**ZAKŁAD TECHNOLOGII
I TECHNIKI CHŁODNICTWA**

**Al. Marszałka J. Piłsudskiego 84
92-202 Łódź**