



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

MALINA MROŻONA

analiza jakościowa i ilościowa



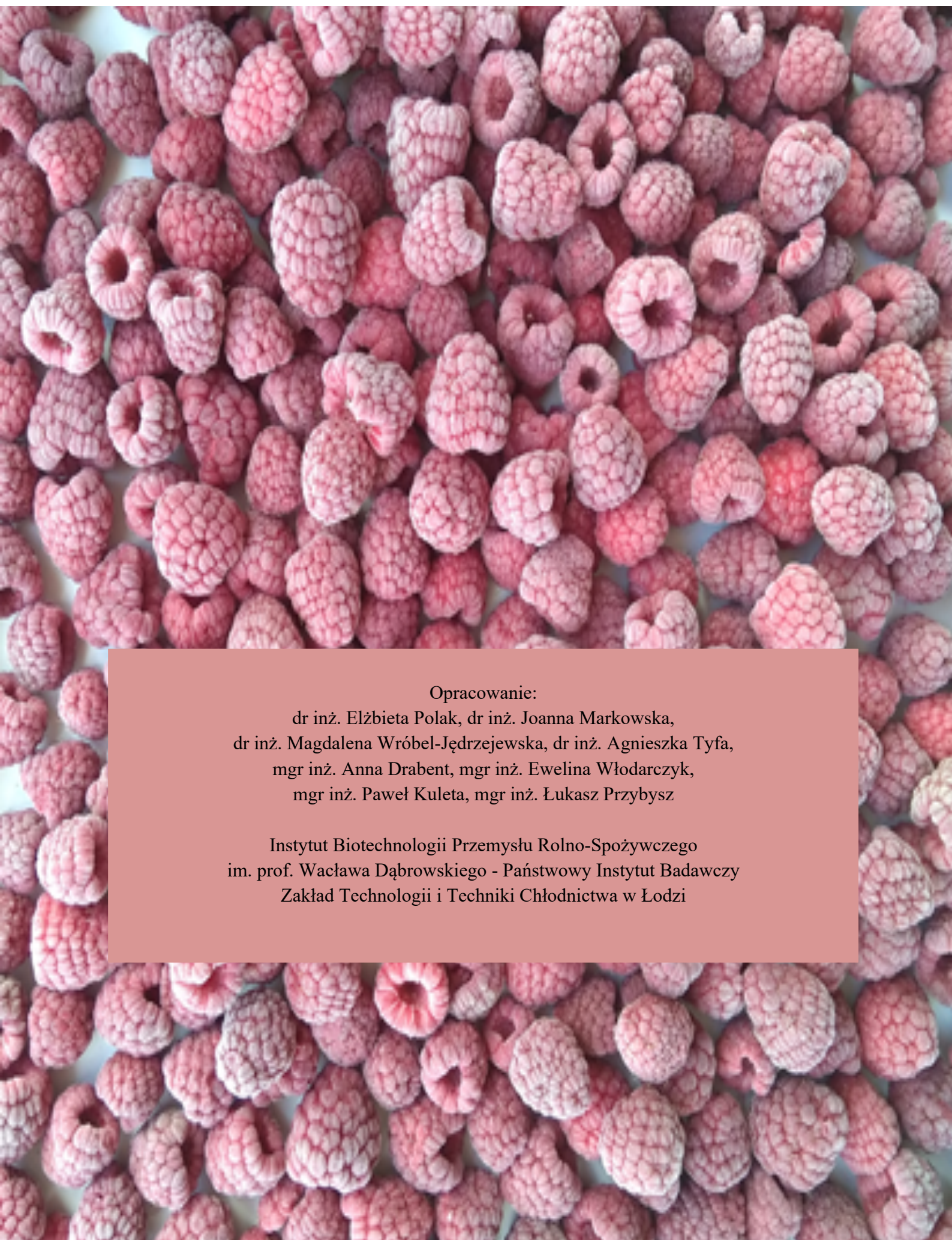
Badania realizowane w ramach:

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 RR.prz.070.1.2022.)

Łódź, grudzień 2022



Opracowanie:

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

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

Zbiory maliny według danych GUS

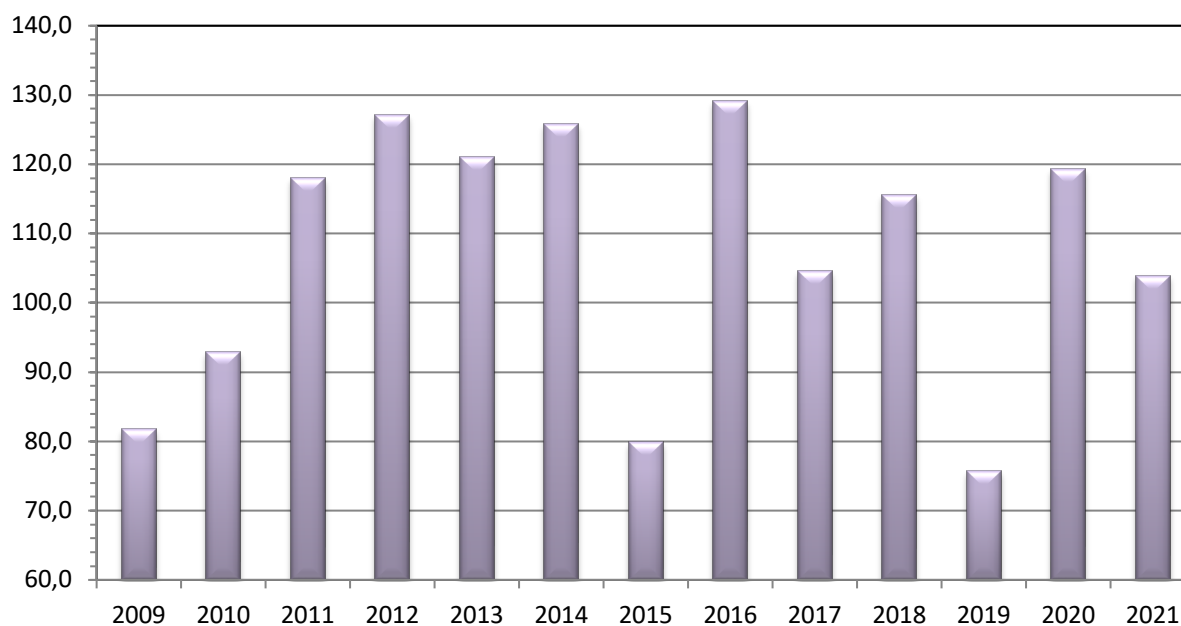
Maliny należą do czołówki najchętniej konsumowanych owoców. W roku 2022 spożycie malin deklarowało aż 53% populacji, tj. 17,2 mln dorosłych Polaków. W skali 2 ostatnich lat - lipiec 2022 vs. lipiec 2020 maliny zyskały 5,5 mln nowych konsumentów.

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 2020 r. szacuje, że globalne zbiory malin wyniosły 895,8 tys. ton owoców, z czego udział krajów europejskich wynosi 68,2%, azjatyckich 1,6%, a krajów Ameryki 30,1%. Polska zajmuje trzecie miejsce wśród światowych producentów malin z produkcją na poziomie 121,7 tys. ton owoców, co stanowi ponad 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 2020 r. wynosił 17,3 tys. hektarów, co stanowiło spadek o 41% w stosunku do roku 2019, natomiast wydajność z hektara wzrosła o 170%. W roku 2021 zanotowano 24% spadek plonów w porównaniu z rokiem poprzednim, pomimo zwiększenia powierzchni upraw do 19,8 tys. ha. Maliny uprawiane są przede wszystkim w województwie lubelskim, gdzie znajduje się ok. 70% krajowych plantacji.

Na Rysunku 1 pokazano tendencje w produkcji rolnej malin w latach 2009 – 2021.



Rys. 1. Zbiory malin w latach 2009-2021.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (<https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/rolnictwo-lesnictwo/uprawy-rolne-i-ogrodnicze>; dostęp z dnia: 11.10.2022)

W 2021 roku najwięcej malin zebrano w województwie lubelskim, mazowieckim i podkarpackim, w ilości od 3,3 tys. ton do około 79,0 tys. ton. Natomiast najmniej malin zebrano w województwie: opolskim, lubuskim oraz śląskim od 0,06 do 0,2 tys. ton.

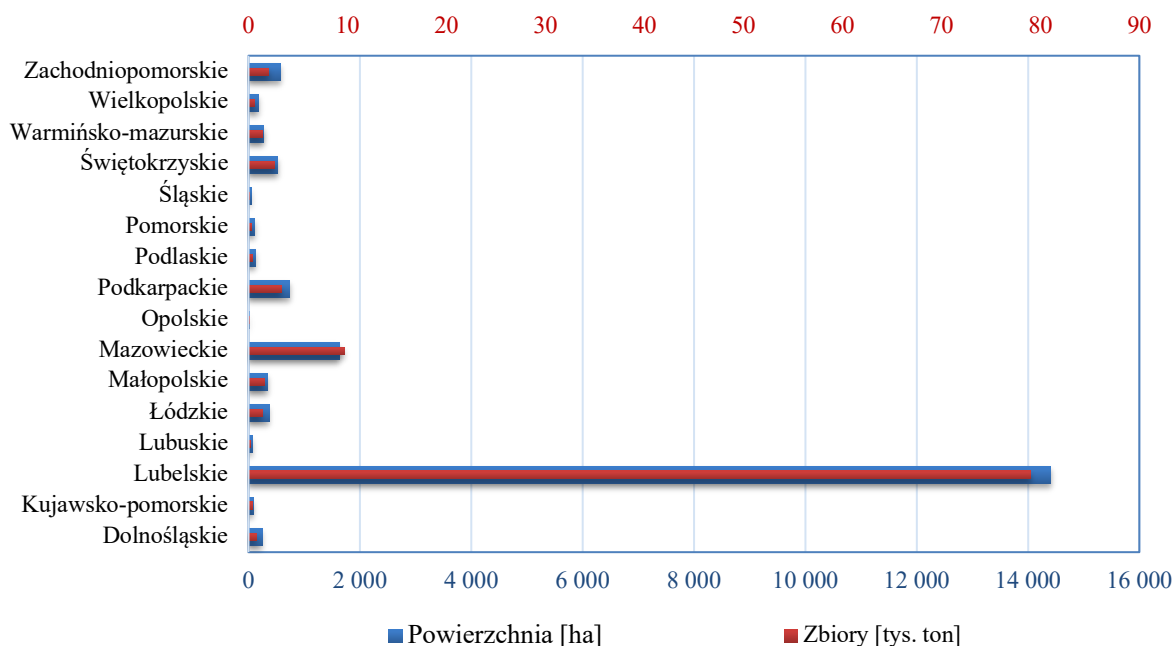
Maliny są pod względem produkcji trzecim rodzajem owoców jagodowych, jakie są uprawiane w Polsce. W ostatnich latach powierzchnia uprawy malin ulegała niewielkim zmianom i wahała się od 28 tys. ha do 30 tys. ha.

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 2021 roku. Największe powierzchnie upraw malin posiadały województwa: lubelskie (14

412 ha), mazowieckie (1629 ha) i podkarpackie (742 ha). Najmniejszy areał upraw malin posiadały województwa: opolskie, śląskie, lubuskie i kształtował się na poziomie 12 – 70 ha.

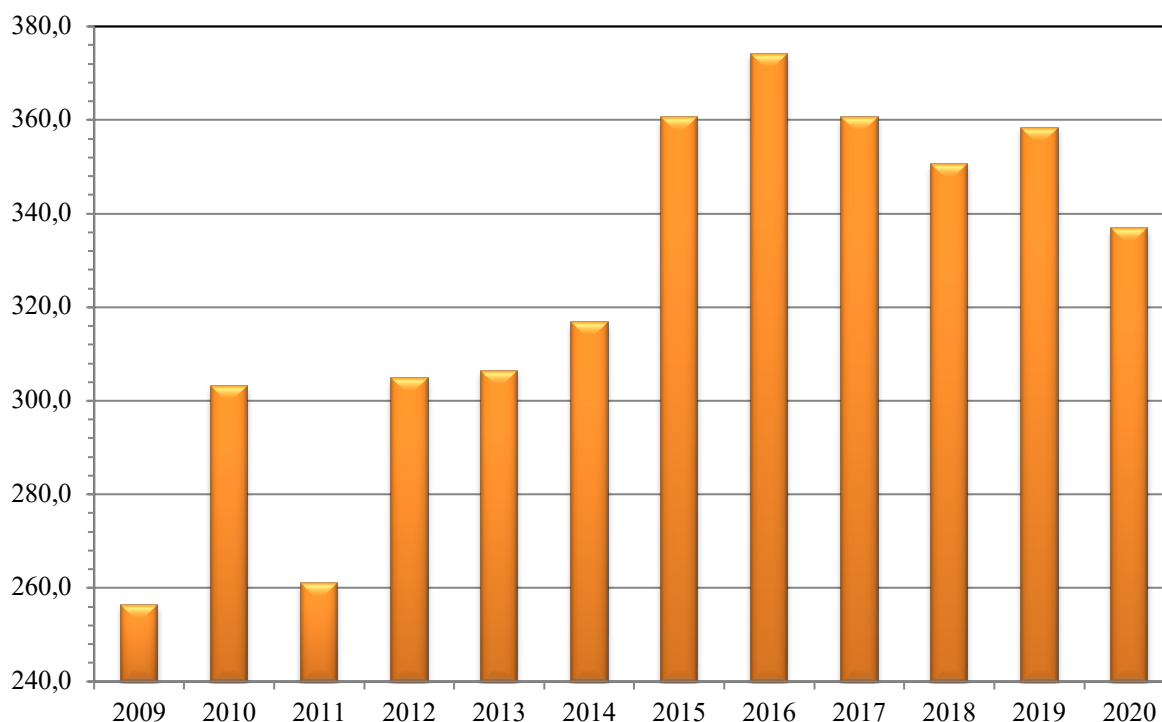


Rys. 2. Powierzchnia upraw i zbiory malin w 2021 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS (Główny Urząd Statystyczny Statistics Poland, Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2021 r., Warszawa)

Wśród eksporterów malin Polska znajduje się w czołówce państw razem z Serbią, Chile, Chinami, Bośnią i Hercegowiną oraz Meksykiem i Ukrainą. Wolumen eksportu malin mrożonych z Polski w latach 2009-2020 przedstawiono na Rysunku 3. W 2021 roku wyniósł on 59,3 tys. ton, a jego wartość 866,8 mln zł. Odbiorcami mrożonych owoców są Niemcy (4,73 tys. ton), Belgia (1,7 tys. ton), Francja (1,4 tys. ton), Niderlandy (1,1 tys. ton), Wielka Brytania (0,88 tys. ton), Szwecja (0,82 tys. ton), Dania (0,55 tys. ton), Norwegia (0,35 tys. ton) i Szwajcaria (0,30 tys. ton). Pierwszą dziesiątkę zamyka Austria, do której eksport malin mrożonych wyniósł 0,12 tys. ton.

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 2010, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2012, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2014, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2015, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2017, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2019, Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2021)

Według dostępnych danych, Polska jest też znaczącym importerem malin. Krajowy przemysł importował owoce z Ukrainy (w 2020 - 21 tys. t.), Serbii (w okresie styczeń-wrzesień 2020 roku wyniósł 183 tys. t.), a planuje z Mołdawii.

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.

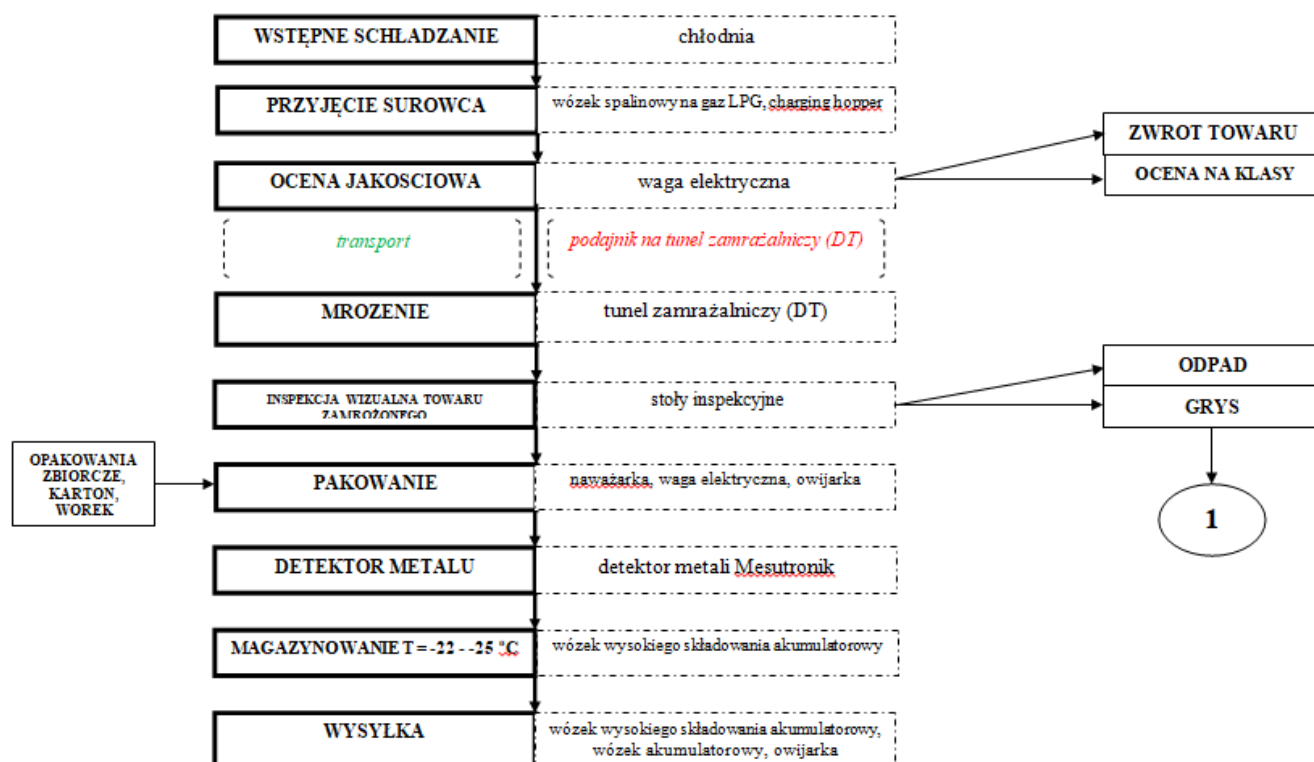
Tabela. 1. Wytyczne dotyczące wymagań dla malin na poszczególnych etapach produkcji

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 zlepierce trwale, rozdrobnionych, grysu)	wygląd - zawartość owoców, % wag., stopień zbrylenia (tworzących zlepierce trwale, rozdrobnionych, grysu)
czystość - zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % wag.	czystość - zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % wag.	czystość - zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % wag.

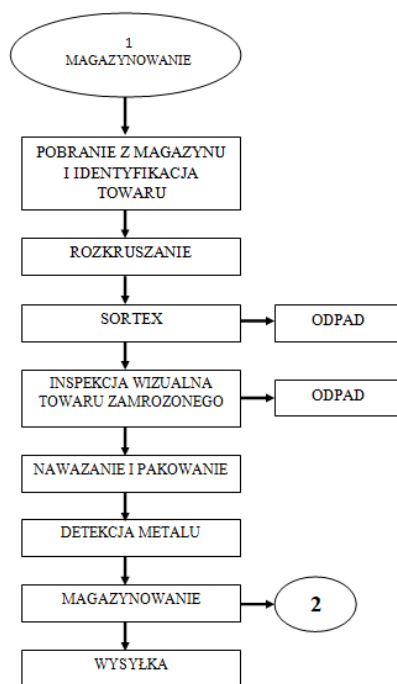
czystość - zawartość zanieczyszczeń organicznych pochodzenia roślinnego cm ² , w 500 g owoców, sztuk	czystość - zawartość zanieczyszczeń organicznych pochodzenia roślinnego cm ² , w 500 g owoców, sztuk	czystość - zawartość zanieczyszczeń organicznych pochodzenia roślinnego cm ² , w 500 g owoców, sztuk
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 (nieodojrzałe, 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, nieprzymarzający 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 znikomym stopniem utraty 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 pękanie i oszranianie owoców. Maliny zamrożone pakowane są w kartony i worki. Owoce zamrożone, zapakowane w kartony i worki, są magazynowane w komorze zamrażalniczej.

Material badawczy

Zakupiono z handlu detalicznego i z chłodni (obrot hurtowy) próbki mrożonych malin, z upraw w sezonie 2022. Mrożone owoce, zarówno z obrotu detalicznego, jak i hurtowego, pochodziły od 9 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 2013.

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. Waclawa 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 metodą HPLC według metodyki własnej IBPRS
- 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 malin (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.

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.

Pochodzące z handlu detalicznego owoce zapakowane były w czyste i nieuszkodzone jednostkowe opakowania wykonane z polietylenu lub polipropylenu, oznakowane firmowym nadrukiem. Opakowania różniły się w zależności od producenta, a waga dostarczonych próbek mrożonych malin w zależności od producenta wynosiła 280 g, 350 g, 400 g oraz 500 g netto. Na opakowaniach wskazany został przez producenta/dystrybutora termin przydatności do spożycia (miesiąc, rok), tj. „najlepiej spożyć do...”. Mrożone owoce pochodzące z handlu hurtowego zapakowane były w czyste i nieuszkodzone foliowe worki, włożone do kartonowych jednostkowych opakowań, opatrzonych firmowym nadrukiem. Opakowania różniły się w zależności od producenta, jednakże sumaryczna waga produktu wynosiła 10 kilogramów netto (worki foliowe 2,5 kg netto lub worki 10 kg netto). Na opakowaniach wskazany został przez producenta/dystrybutora termin przydatności do spożycia (miesiąc, rok), tj. „najlepiej spożyć do...”, jak również kraj pochodzenia owoców (Tabela 2).

Tabela 2. Pochodzenie i termin przydatności do spożycia mrożonych malin

Producent	Termin przydatności do spożycie	Kraj pochodzenia	Dystrybutor	Wyprodukowano w...	Import z
obrót detaliczny					
1	09.2023	Brak danych	krajowy	brak danych	brak danych
2	12.2023	Polska	krajowy	Polska	nie dotyczy
3	07.2024	Serbia	krajowy	brak danych	brak danych
4	12.2024	Brak danych	krajowy	Polska	brak danych
5	07.2024	Brak danych	krajowy	Polska	brak danych
obrót hurtowy					
I	08.2024	Polska	krajowy	Polska	nie dotyczy
II	12.2023	Polska	krajowy	Polska	nie dotyczy
III	03.2024	Serbia	krajowy	brak danych	brak danych

Umieszczone terminy odbiegają od zapisów normy PN-A-07005 Produkty żywnościowe Warunki klimatyczne i okresy przechowywania w chłodniach, która podaje, że w temp. $-18,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ mrożone owoce mogą być składowane do 15 miesięcy, a w temp. $-22,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do 18 miesięcy. Jednocześnie zezwala ona na wydłużenie tych okresów przechowywania, na podstawie przeprowadzonych przez producentów badań przechowalniczych, z czego wynikają podane terminy przydatności do spożycia.

Opakowania jednostkowe zawierały owoce całe, nieuszkodzone, jak i ze śladami uszkodzeń mechanicznych oraz grys. Badane zamrożone owoce malin były lekko oszronione, nieoblodzone, swobodnie umieszczone wewnątrz opakowania (sypkie) (Fot.1). Obecność zlepieńców trwałych identyfikowano w ilości do 7,50% w opakowaniach jednostkowych w obrocie hurtowym. W przypadku tego rodzaju owoców stwierdzono obecność owoców rozkruszonych (w ilości do 10,23%), a także grysu (w ilości do 9,11%) (Fot. 1). W opakowaniach ze sprzedaży detalicznej, ilość owoców w postaci zlepieńców trwałych była znacząco niższa (do 4,66%), natomiast zawartość grysu malinowego identyfikowano na poziomie do niemal 23% (Tabela 4).



owoce całe



grys



owoce rozkruszone

Fot. 1. Maliny identyfikowane w opakowaniu jednostkowym

Mrożone owoce są wrażliwe na fluktuacje temperatury. Owoce przeznaczone do długotrwałego przechowywania, powinny być składowane w stabilnej temperaturze, najlepiej nie wyższej niż $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Stopień ich dojrzałości przed zamrożeniem oraz właściwie dobrana odmiana, odgrywają istotne znaczenie dla zachowania wysokiej jakości. Znaczne wahania temperatury składowania głęboko mrożonych owoców, zwłaszcza w handlu,

sprzyjają rekrytalizacji lodu i zwiększają stopień uszkodzenia ich tekstury. Zmiany temperatury są przyczyną deformacji kształtu owoców, powstawania zlepieńców (Fot. 2) czy wydzielania soku.



Fot. 2. Zlepieńce malin identyfikowane w opakowaniu jednostkowym

Przeprowadzone badania obejmowały identyfikację jednolitości odmianowej owoców w opakowaniu, bez uzyskania informacji odnośnie ich odmiany czy kraju uprawy. Na opakowaniach mrożonych malin, w żadnym przypadku producent/dystrybutor nie umieścił informacji o odmianie owocu. Na podstawie przeprowadzonej oceny wizualnej wykazano, że maliny danego producenta/dostawcy były podobne, o zbliżonej wielkości jednostkowych owoców (Tabela 3). Maliny spełniały wymagania w odniesieniu do wielkości, przy czym znacznie częściej stwierdzano obecność średnich (\varnothing 12<15 mm) i małych (\varnothing <12mm) owoców w opakowaniach pochodzących ze sprzedaży detalicznej. Próbkę z handlu hurtowego zawierały znikomą ilość owoców o średnicy poniżej 12 mm.

Tabela 3. Wielkość malin zamrożonych określona na podstawie największej średnicy przekroju poprzecznego [% m/m]

Średnica [mm]	Producent								
	obróć detaliczny					obróć hurtowy			
	1	2	3	4	5	I	II	III	IV
>15	93,62	97,73	52,76	31,07	79,15	98,82	84,94	83,10	63,76
12<15	6,38	2,27	35,71	51,38	20,85	1,18	15,06	16,09	33,83
<12	0,00	0,00	11,53	17,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94

Tabela 4. Ocena jakościowa malin zamrożonych

Cecha	Producent								
	obróć detaliczny					obróć hurtowy			
	1	2	3	4	5	I	II	III	IV
Wygląd, zawartość owoców % (m/m)									
zlepieńców trwałych	0,00	0,00	0,00	4,66	0,00	7,48	2,25	3,75	0,00
rozdrobnionych	15,48	18,21	8,18	9,12	13,78	6,85	1,85	10,23	2,42
grysu	7,52	3,03	5,68	18,50	22,24	6,73	0,43	9,11	0,00
Dojrzałość, zawartość owoców % (m/m)									
niedojrzałych	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54
przejrzałych	0,00	13,53	0,00	0,00	0,00	0,00	7,78	4,75	1,66
Zdrowotność, zawartość owoców									
z objawami chorób	0,00	1,43	1,59	0,00	2,96	0,90	3,93	4,11	0,17
Zanieczyszczenia									
zawartość zanieczyszczeń pochodzenia roślinnego, cm ² na 500g owoców	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
w tym den kwiatowych, szt.	0,00	0,00	0,00	2	2	1,00	0,00	1,00	0,00
zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % (m/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
obecność larw, szt./ kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

W przypadku tego rodzaju owoców stwierdzono obecność owoców rozkruszonych (w ilości do 18%), a także grysu (w ilości do 23%) (Fot. 1; Tabela 4).

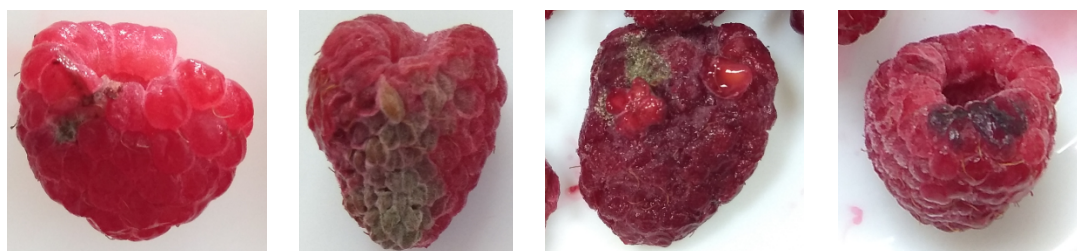
Ocenę parametrów jakościowych malin w zakresie wyglądu zewnętrznego, dojrzałości, zdrowotności i stopnia zanieczyszczeń przedstawiono poniżej (Tabela 4). Owoce były wolne od zanieczyszczeń mineralnych i innych. Pod względem zawartości den kwiatowych w owocach, stwierdzono tylko 2 przypadki w malinach pochodzących z obrotu detalicznego oraz 1 przypadek w malinach pochodzących z obrotu hurtowego.

Owoce mrożone dostępne w obrocie handlowym powinny być całkowicie wolne od jakichkolwiek zanieczyszczeń pochodzenia mineralnego i roślinnego, oznak chorób lub zmian, które znacząco wpływają na ich wygląd, przydatność do spożycia oraz wartość handlową. Szczególnie niedopuszczalne są ślady gnicia, które powodują, że w momencie końcowej sprzedaży i konsumpcji klasyfikują produkty jako niezdatne do spożycia.



Fot. 3. Malina z dnem kwiatowym

Poddane ocenie mrożone maliny w jednostkowych opakowaniach, nosiły ślady zepsucia (Fot. 4), gnicia czy zapleśnienia, które dyskwalifikują produkt jako przydatny do spożycia. Udział owoców z widocznymi objawami chorób był niewielki i wynosił do 3,00 % w malinach pochodzących z obrotu detalicznego oraz około 4,00 % w malinach ze sprzedaży hurtowej. W obu badanych źródłach owoców znajdowały się owoce niedojrzałe (do około 2,54 %) oraz przejrzałe (do 13,53 %).



Fot. 4. Maliny z objawami chorobowymi i zepsucia

Badane owoce były w stanie dojrzałości konsumpcyjnej (Tabela 5). 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 8,95% do 12,34%. Oznaczone wartości pH oraz kwasowości ogólnej próbek handlowych detalicznych i hurtowych były zbliżone.

Tabela 5. Parametry fizykochemiczne mrożonych malin

Producent	Sucha masa [%]	Zawartość ekstraktu [% m/m]	pH [-]	Kwasowość ogólna [g/100g]*	Popiół [g/100g]
obrót detaliczny					
1	13,73	9,88	3,32	1,73	0,35
2	13,74	8,95	3,10	2,05	0,38
3	17,60	12,34	3,67	1,62	0,52
4	14,59	9,41	3,48	2,01	0,31
5	12,43	8,99	3,49	1,73	0,38
obrót hurtowy					
I	13,55	9,71	3,09	1,90	0,32
II	14,72	9,95	3,34	1,68	0,40
III	14,41	9,10	2,97	2,36	0,37
IV	16,57	10,05	3,82	1,27	0,35

* w przeliczeniu na kwas jabłkowy

Owoce, pochodzące od danego producenta, były w porównywalnym stopniu wybarwione (Tabela 6; Fot. 5.). Pojedyncze sztuki identyfikowano jako owoce niedojrzałe (Fot. 6.).

Nie stwierdzono natomiast owoców zielonych. Parametry barwy owoców w systemie CIE L*a*b* podano w Tabeli 6.

**Fot. 5.** Maliny, wygląd zewnętrzny przykłady**Fot. 6.** Malina o niedostatecznym stopniu dojrzałości

Badane mrożone maliny charakteryzowały się typową dla tego rodzaju owoców różowoczerwoną barwą. Znacznie częściej identyfikowano ciemniejsze wybarwienie owoców w próbkach pochodzących z obrotu hurtowego. Pozostałe parametry barwy (chromatyczność, stopień nasycenia, odcień) badanych próbek były zbliżone.

Nie stwierdzono natomiast owoców zielonych. Parametry barwy owoców w systemie CIE $L^*a^*b^*$ podano w Tabeli 6.

Tabela 6. Barwa malin w systemie CIE $L^*a^*b^*$

Producent	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*
obrót detaliczny					
1	20,60 ± 3,37	23,52 ± 4,29	8,30 ± 2,56	24,98 ± 4,80	19,10 ± 3,21
2	18,80 ± 3,91	26,19 ± 3,17	10,06 ± 2,22	28,8 ± 3,64	20,85 ± 2,66
3	16,76 ± 4,67	24,95 ± 5,54	9,99 ± 3,33	26,92 ± 6,28	21,08 ± 3,99
4	17,28 ± 4,33	27,04 ± 2,32	11,46 ± 2,00	29,39 ± 2,88	22,80 ± 2,10
5	18,16 ± 3,33	30,13 ± 3,43	13,05 ± 2,91	32,87 ± 4,21	23,15 ± 2,80
obrót hurtowy					
I	18,53 ± 4,92	24,78 ± 6,34	9,86 ± 3,86	26,72 ± 7,25	20,90 ± 3,65
II	18,05 ± 3,64	25,59 ± 4,55	10,27 ± 2,97	27,61 ± 5,29	21,47 ± 2,62
III	16,14 ± 6,61	21,86 ± 6,23	7,36 ± 2,90	23,10 ± 6,77	17,78 ± 3,48
IV	17,79 ± 3,19	21,78 ± 5,83	8,16 ± 3,09	23,29 ± 6,50	20,12 ± 2,77

L^* - jasność, od 0 (czerni) do 100 (biel)

a^* , b^* - chromatyczność barwy; oś a^* : $-a^*$ (zieleń), $+a^*$ (czerwień); oś b^* : $-b^*$ (niebieski), $+b^*$ (żółć)

C^* - stopień nasycenia barwy

h - odcień barwy

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. Zmiany w zawartości ekstraktu, czy też suchej masy, spowodowane są odmienną budową komórkową i tkankową poszczególnych odmian owoców, a także właściwościami opakowania.

W stanie zamrożenia konsystencja wszystkich owoców była twarda. W stanie rozmrożenia struktura ulegała osłabieniu (Tabela 7), co objawiało się wyciekaniem soku i nieznaczną utratą naturalnego kształtu. Maliny przeznaczone do sprzedaży detalicznej cechowały się średnio dwukrotnie większą twardością niż owoce ze sprzedaży hurtowej.

Wszystkie próbki wykazywały charakterystyczny dla tych owoców zapach oraz smak, bez obcych posmaków czy aromatów.

Dopełnieniem oceny owoców było określenie stopnia odcieku uzyskanego podczas rozmrażania owoców i ich soczystości (Tabela 7). W malinach z obrotu detalicznego stwierdzono znacząco wyższy stopień samoczynnego wycieku soku, sięgający 26,50%.

W przypadku niektórych prób malin z obrotu hurtowego wyciek soku był minimalny, podobnie jak soczystość owoców (Tabela 7).

Tabela 7. Twardość, wyciek samoczynny i soczystość mrożonych malin

Producent	twardość [N]	wyciek samoczynny [%]	soczystość [%]
min-max			
obrót detaliczny			
1	3,25 – 13,18	5,25 – 7,62	0,00 – 1,13
2	4,66 – 10,10	4,17 – 7,36	0,00 – 1,45
3	3,69 – 6,57	13,65 – 14,18	3,08 – 6,23
4	7,65 – 20,40	15,64 – 17,78	1,77 – 3,82
5	6,12 – 11,64	25,73 – 27,26	2,67 – 4,86
obrót hurtowy			
I	2,48 – 8,92	3,89 – 6,78	0,74 – 2,01
II	2,52 – 11,18	0,46 – 16,23	0,00 – 5,00
III	7,15 – 8,85	0,00 – 0,15	0,00 – 0,05

Zawartość soli mineralnych identyfikowanych w mrożonych malinach przedstawiono w Tabeli 8.

Tabela 8. Zawartość wybranych związków mineralnych w mrożonych malinach

Producent	Ca	Mg	K
	[mg/kg]		
min. – max.			
obrót detaliczny	140,00 – 258,00	180,00 – 319,14	1650,00 – 2745,00
obrót hurtowy	206,00 – 260,00	263,82 – 299,36	1990,00 – 2275,00
Dane literaturowe*	350	200	2030

*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 poniżej w Tabeli 9.

Tabela 9. Zawartość cukrów w mrożonych malinach [%]

Cukry	Producent	
	obrót detaliczny	obrót hurtowy
	Min.-maks.	
ogółem	3,95 – 6,20	3,82 – 5,35
redukujące	3,35 – 6,12	3,53 – 6,20

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 10.

Tabela 10. Zawartość błonnika w mrożonych malinach

Producent	Błonnik	
	[g/100 g]	[% sm]
min. – max.		
obrót detaliczny	3,72 – 6,83	29,93 – 39,13
obrót hurtowy	4,55 – 6,16	29,45 – 42,76
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

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

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 11.

Tabela 11. Zawartość polifenoli, antocyjanów i test antyoksydacyjny DPPH i ABTS mrożonych malin

Parametr		Producent	
		obrót detaliczny	obrót hurtowy
		min.- maks.	
suma związków fenolowych – polifenoli*	[mg/100g]	252,27 – 268,94	274,24 – 291,67
antocyjany		22,02 – 49,67	25,11 – 81,11
aktywność przeciwutleniająca z odczynnikami DPPH **	[μM/g]	12,66 – 12,89	12,55 – 13,21
aktywność przeciwutleniająca z odczynnikami ABTS **		16,84 – 18,51	17,70 – 19,68

* 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 w Tabeli 12.

Tabela 12. Zawartość β -karotenu oraz witaminy C w mrożonych malinach

Parametr		Producent		Dane literaturowe*
		obrót detaliczny	obrót hurtowy	
		min.-maks.		
β -karoten	[μ g/100 g]	9,20 – 15,13	7,12 – 14,02	16,0
witamina C	[mg/100g]	22,15 – 30,05	18,10 – 26,50	28,3

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



**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**

**Kierownik Zakładu
dr inż. Elżbieta Polak**

**tel. kom. 508 341 525
tel. (+48) 42 674 64 14**

e-mail: elzbieta.polak@ibprs.pl