



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

# TRUSKAWKA MROŻONA

## - analiza jakościowa i ilościowa



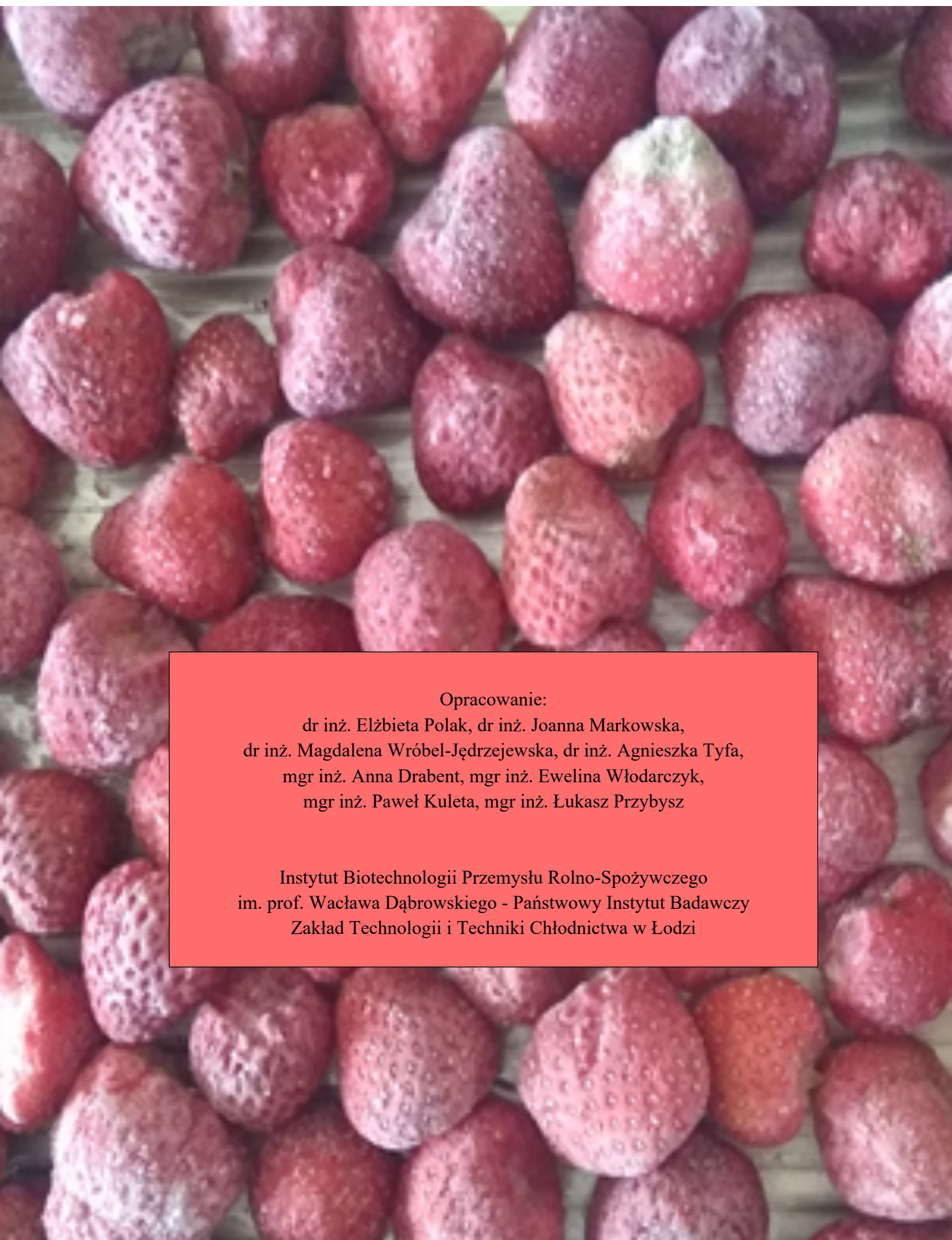
Badania realizowane w ramach:

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

Podzadanie 2.1. Określenie wymogów jakościowych dla owoców mrożonych

na zlecenie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
(Umowa nr DRR.prz.070.1.2022.)

Łódź, grudzień 2022 r.



Opracowanie:

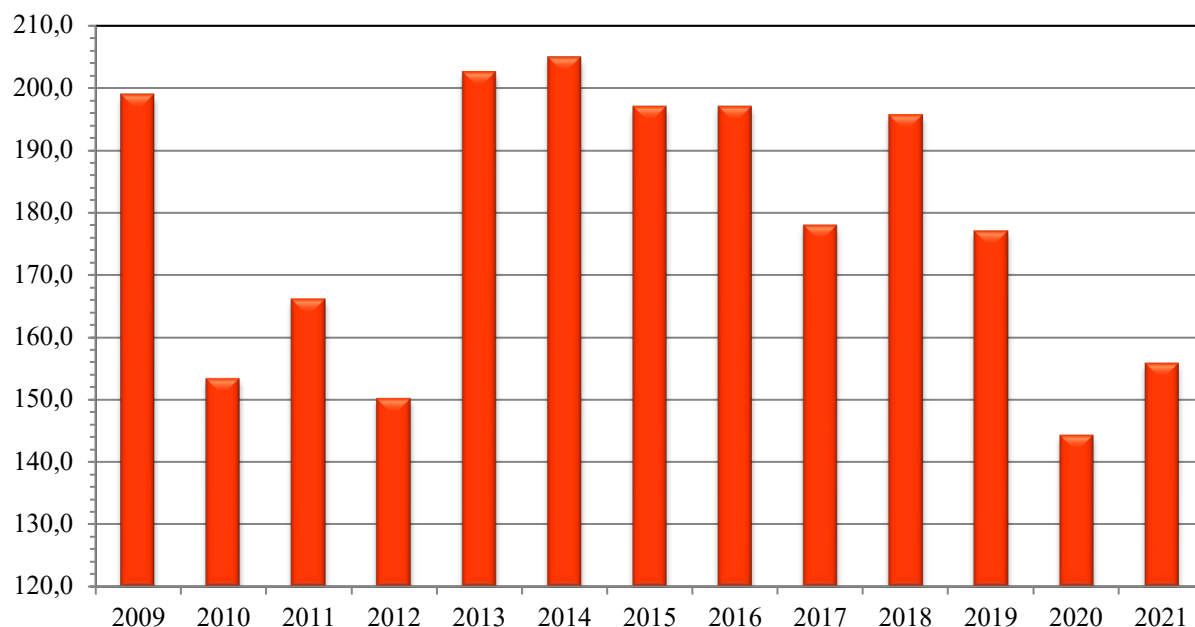
dr inż. Elżbieta Polak, dr inż. Joanna Markowska,  
dr inż. Magdalena Wróbel-Jędrzejewska, dr inż. Agnieszka Tyfa,  
mgr inż. Anna Drabent, mgr inż. Ewelina Włodarczyk,  
mgr inż. Paweł Kuleta, mgr inż. Łukasz Przybysz

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

### Zbiory truskawki według danych GUS

Przetwórstwo owoców jest w Polsce ważną gałęzią przemysłu. Wśród przetworów owocowych produkowanych w kraju dominują mrożonki. Ich udział w produkcji przetworów owocowych wynosi średnio 40%. Na podstawie danych uzyskanych z GUS oraz licznych danych literaturowych, przeprowadzono analizę rynku producentów mrożonej żywności, szczególnie mrożonych owoców, w tym truskawek. Wynika z nich, że 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 tys., 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).

Z danych Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) wynika, że krajowa produkcja mrożonych owoców w czerwcu i lipcu 2020 roku w przedsiębiorstwach dużych wyniosła 141,3 tys. t i była niższa o 19,3% r/r.



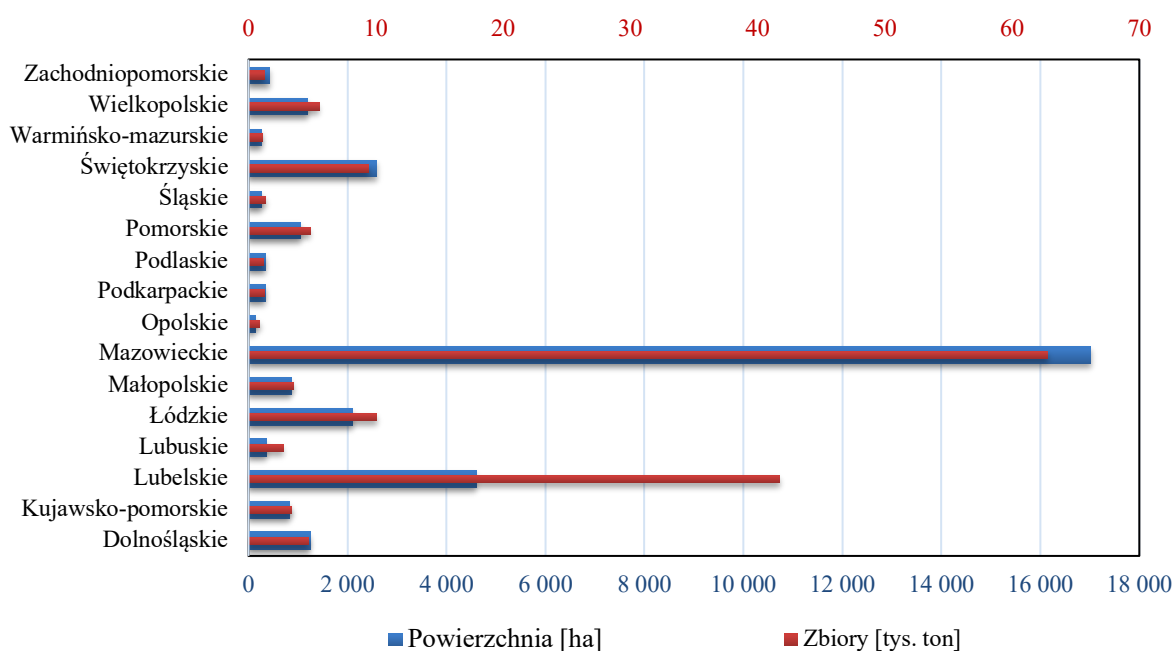
**Rys. 1.** Zbiory truskawek w Polsce w latach 2009 – 2021 (tys. ton)

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 2020 roku Polska była w pierwszej dziesiątce światowych producentów truskawek według danych FAOSTAT. Dane pochodzące z baz GUS i EUROSTAT informują, że zbiory truskawek sięgające od 156 do 163 tys. ton w 2021 r. (Rys. 1), sprawiają, że Polska jest drugim po Hiszpanii ich największym producentem w Unii Europejskiej.

Plantacje truskawek na terenie naszego kraju zajmują obszar około 33,7 tys. ha, a ich uprawa prowadzona jest głównie w mniejszych gospodarstwach rodzinnych, gospodarujących na plantacjach o powierzchni od 1 do 10 ha.

Na podstawie danych Głównego Urzędu Statystycznego w roku 2021 największe powierzchnie upraw truskawek posiadały województwa: świętokrzyskie, lubelskie i mazowieckie i ich wielkość była na poziomie od 2 593 ha do 17 016 ha (Rys.2). Najmniejszy areał upraw truskawek posiadały województwa: opolskie, śląskie, warmińsko-mazurskie i kształtował się na poziomie 136 – 270 ha. W roku ubiegłym najwięcej truskawek zebrano w województwie łódzkim, mazowieckim i lubelskim, w ilości od około 10,08 tys. t do 62,79 tys. t. Natomiast najmniej truskawek zebrano w województwie: opolskim, warmińsko-mazurskim oraz podlaskim od 0,91 do 1,20 tys. ton.



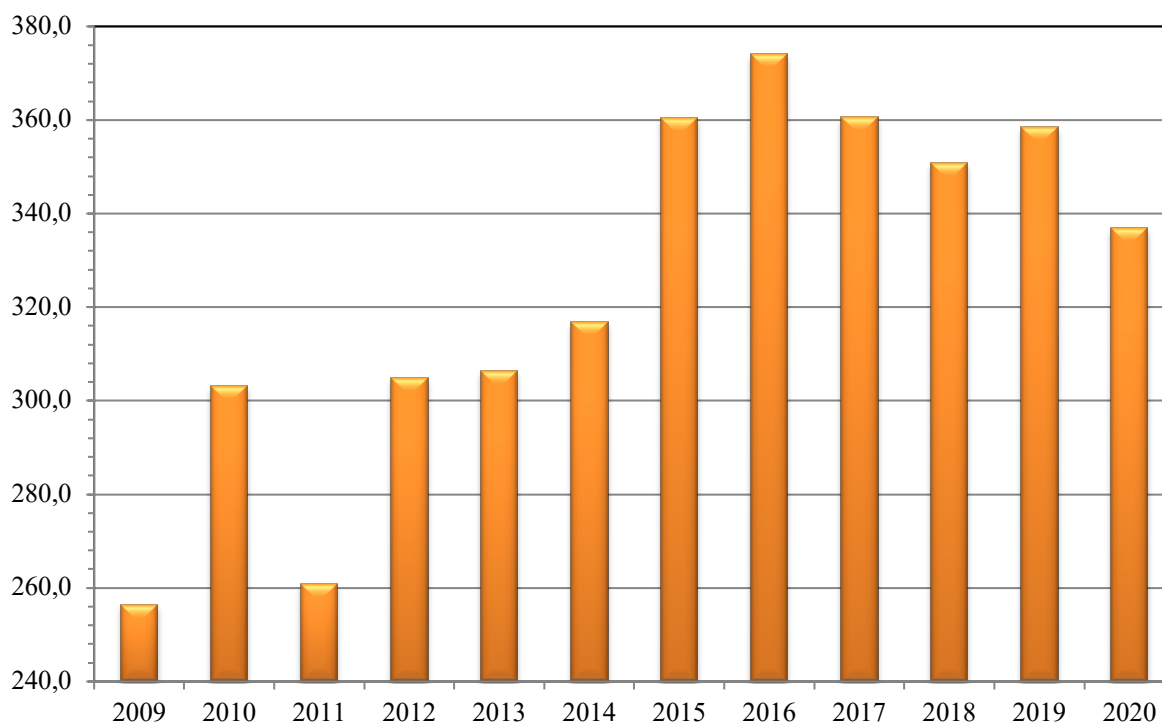
**Rys. 2.** Powierzchnia upraw i zbiory truskawek w 2021 roku

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

Truskawki są także importowane do Polski, a wartość dostaw tych owoców i ich przetworów, wyniosła w 2020 r. łącznie 74,1 mln euro. Z kolei wartość eksportu polskich truskawek świeżych i mrożonych oraz ich przetworów wyniosła w 2020 r. 174 mln euro.

Polskie mrożone owoce eksportowane były do 54 państw na całym świecie. Głównymi odbiorcami były państwa unijne, w tym Niemcy (35% całego polskiego eksportu tej pozycji towarowej), Holandia (ok. 14%) i Francja (8,8%). Polskie owoce eksportowane były również m.in. do Japonii, Chin, USA czy Australii. Drugą, znaczącą pozycją były przetwory z truskawek, wartość ich eksportu w 2020 r. sięgnęła 22,8 mln euro. Mniejszy był eksport truskawek świeżych (13,4 mln euro w 2020 r.), a najwięcej ich nabyli Białorusini, Niemcy oraz Czesi. W okresie VI-XII 2020 roku eksport truskawek mrożonych z Polski wyniósł 45,7 tys. t, a w analogicznym czasie 2019 roku 52,7 tys. t (Rys.3). Ceny spadły z 1,64 do 1,53 euro/kg.

W sezonie 2019/20 eksport mrożonych truskawek wyniósł 94,4 tys. t i był największy w porównaniu z pozostałymi rodzajami owoców mrożonych.



**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)

### **Określenie wymagań jakościowych dla truskawek 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. 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.

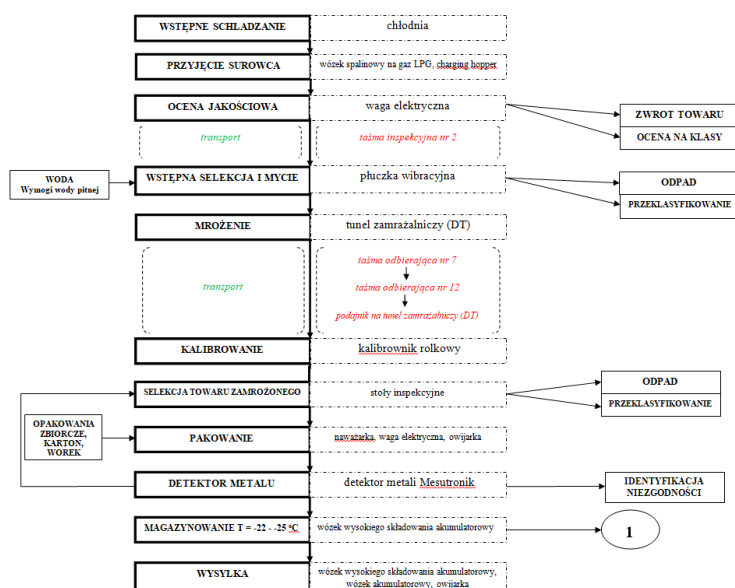
Zebrano i zestawiono podstawowe normy dotyczące powyższego zakresu oraz przeprowadzono analizę wymagań w nich zawartych, w kontekście badanego asortymentu owoców (truskawek). Na ich podstawie opracowano wstępne wytyczne, dotyczące wymagań dla owoców na poszczególnych etapach produkcji, które zebrano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

**Tabela. 1.** Wytyczne dotyczące wymagań dla truskawek na poszczególnych etapach produkcji

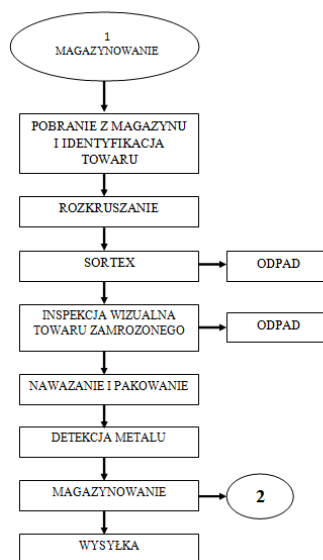
Wymagania		
owoce świeże	mrożone owoce po produkcji	mrożone owoce po przechowywaniu
jednolitość odmianowa	jednolitość odmianowa	jednolitość odmianowa
dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.	dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.	dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, %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

Proces produkcji mrożonych truskawek został przedstawiony na poniższych schematach (Rys. 4 i 5).



Rys. 4. Schemat etapów jednostkowych przy produkcji mrożonej truskawki, uwzględniający urządzenia



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

Proces technologiczny produkcji mrożonych truskawek zapoczątkowany jest wstępnym chłodzeniem owoców, kolejno następuje przyjęcie surowca i ocena jakościowa (selekcja). Do produkcji mrożonych truskawek przeznaczają się owoce o najwyższej jakości, o dojrzałości konsumpcyjnej, świeże, jędrne, wyrównane pod względem wielkości, o intensywnej barwie charakterystycznej dla rodzaju surowca, bez uszkodzeń mechanicznych, bez obcych zapachów i posmaków. Do produkcji pobierane są owoce zgodnie z kolejnością przyjęcia surowca. Zasyp surowca na taśmę transportującą powinien być możliwie równomierny, dostosowany do wydajności linii. Po wstępnym usunięciu zanieczyszczeń (papier, liście, kamienie), przeprowadza się mycie surowca w myjkach z regulowanym ciśnieniem wody



natryskowej, zależnym od rodzaju i stopnia dojrzałości użytych owoców. Sortowanie i przebieranie owoców odbywa się na taśmie inspekcyjnej, podczas którego należy odrzuć:

- owoce z uszkodzeniami chorobowymi (splęśniałe) lub z uszkodzeniami mechanicznymi,
- owoce o nieodpowiednim stopniu dojrzałości (niedojrzałe, przejrzałe),
- zanieczyszczenia organiczne.

Przed zamrożeniem truskawki należy osuszyć na taśmie inspekcyjnej typu siatkowego, z zastosowaniem osuszacza wentylatorowego. Proces zamrażania owoców przeprowadza się w tunelu zamrażalniczym, w temperaturze od  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , zależnej od:

- szybkości przesuwu taśmy,
- grubości warstwy owoców,
- stopnia oszronienia parowników,
- temperatury podawanych na tunel owoców.

Temperatura zamrożonych truskawek po wyjściu z tunelu zamrażalniczego powinna wynosić  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Zamrożone owoce pakowane są w czyste kontenery wyłożone wkładami z folii polietylenowej, dopuszczonej do bezpośredniego kontaktu z żywnością. Ilość pakowanych truskawek zamrożonych uzależniona jest od asortymentu i pojemności kontenera. Szczelnie zamknięte kontenery, zaopatrzone w etykietę, są ważone i przekazywane do magazynu. Niezbędne na etykiecie informacje to:

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

Magazynowanie w komorach chłodniczych wymaga utrzymania temperatury mrożonych truskawek w zakresie od  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $-23\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a za optymalną temperaturą uznaje się  $-20\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Konieczna jest kontrola tej temperatury 2 razy w ciągu doby.

Do zabiegów uszlachetniających truskawki 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.

Przebieganie truskawek zamrożonych przeprowadza się na transporterze sortowniczym, w temp. ok. 0 °C, lecz nie wyższej niż + 3 °C. Owoce zamrożone, zapakowane w kartony i worki, są magazynowane w komorze zamrażalniczej.

### **Material badawczy**

Zakupiono próbki mrożonych truskawek z handlu detalicznego i z chłodni (obrot hurtowy), z upraw w sezonie 2022. Próbki owoców pozyskano/zakupiono na przestrzeni całego 2022 roku. 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. 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 metodą HPLC
- zawartość  $\beta$ -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, oznakowane firmowym nadrukiem. Opakowania różniły się w zależności od producenta, a waga dostarczonych próbek mrożonych truskawek wynosiła 450 g oraz 750 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). Producent/dystrybutor zamieścił na opakowaniu informacje dotyczące terminu przydatności do spożycia (miesiąc, rok), tj. „najlepiej spożyć do...”, jednak nie we wszystkich przypadkach podano kraj pochodzenia owoców (Tabela 2).

**Tabela 2.** Pochodzenie i termin przydatności do spożycia mrożonych truskawek wg danych producenta

Producent	Termin przydatności do spożycia	Kraj pochodzenia	Dystrybutor	Wyprodukowano w...	Import z...
obróć detaliczny					
1	06.2024	Brak danych	krajowy	UE	brak danych
2	05.2024	Polska	krajowy	Polska	nie dotyczy
3	06.2024	Polska	krajowy	Polska	nie dotyczy
4	04.2024	Brak danych	krajowy	Brak danych	brak danych
5	06.2024	Brak danych	krajowy	Brak danych	brak danych
obróć hurtowy					
I	08.2024	Polska	krajowy	Polska	nie dotyczy
II	06.2024	Egipt	krajowy	Brak danych	Niemcy
III	12.2023	Egipt	krajowy	Brak danych	brak danych

Wprowadzona od 1 kwietnia 2020 r., rozporządzeniem wykonawczym Komisji (UE) 2018/775 z dnia 28 maja 2018 r. ustanawiającym zasady stosowania art. 26 ust. 3 ~~rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 w sprawie~~

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego -  
Państwowy Instytut Badawczy

Zakład Technologii i Techniki Chłodnictwa

przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, deklaracja dotycząca pochodzenia podstawowego składnika produktu, dotyczy wskazywania kraju lub miejsca pochodzenia podstawowego składnika środka spożywczego. Wskazanie kraju lub miejsca pochodzenia jest obowiązkowe w przypadku, gdy zaniechanie ich wskazania mogłoby wprowadzać w błąd konsumenta co do rzeczywistego kraju lub miejsca pochodzenia środka spożywczego. Określenia związane z nazwą, firmą lub adresem podmiotu prowadzącego przedsiębiorstwo spożywcze, nie stanowią oznaczenia kraju ani miejsca pochodzenia.

Zapisy:

- „wykonano w...”, „wyprodukowano w...”, „wytworzono w...” należy postrzegać jako określenie kraju lub miejsca pochodzenia środka spożywczego;
- „produkt z...” sugeruje konsumentowi oznaczenie pochodzenia;
- „zapakowano w...” wskazuje miejsce zapakowania produktu, nie sugeruje oznaczenie pochodzenia;
- „wyprodukowane przez/wytworzone przez/zapakowane przez” nie sugeruje konsumentowi oznaczenie pochodzenia.

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 prawdopodobnie wynikają podane terminy przydatności do spożycia.

Owoce pochodzące z obrotu hurtowego (z chłodni) pakowane były w opakowania zbiorcze o wadze 10 kg, w worki foliowe, te zaś w opakowania kartonowe.

Badane zamrożone owoce były lekko oszronione, nieobludzone, swobodnie umieszczone wewnątrz opakowania (sypkie). 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 czy wydzielania soku. W dwóch próbkach z handlu hurtowego oraz w jednej próbce z obrotu detalicznego, stwierdzono udział zlepieńców trwałych (Fot.1) powyżej 10 %, które stanowią limit tolerancji ilościowej dla Klasy II. Zależnie od producenta/dystrybutora, w niektórych próbkach identyfikowano obecność owoców oblodzonych (Fot. 2.)



**Fot. 1.** Zlepienie truskawek identyfikowane w opakowaniu jednostkowym



**Fot. 2.** Owoce truskawki pokryte lodem

Przeprowadzone badania obejmowały identyfikację jednolitości odmianowej owoców w opakowaniu, bez uzyskania informacji odnośnie odmiany owoców. Na opakowaniach mrożonych truskawek, w żadnym przypadku producent/dystrybutor nie umieścił informacji o odmianie owocu.

Na rynku mrożonych owoców panuje duża konkurencyjność, szczególnie widoczna w odniesieniu do truskawek. Owoce dostępne w obrocie handlowym, nie zawsze są tylko pochodzenia krajowego.

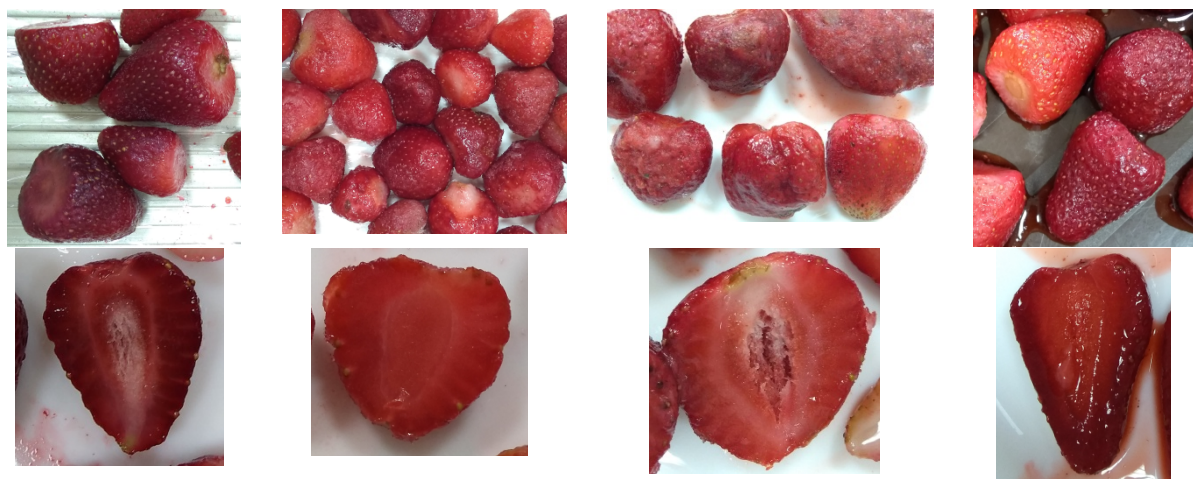
Na podstawie przeprowadzonej oceny wizualnej wykazano, że truskawki danego producenta/dostawcy były wizerunkowo zbieżne, ale o zróżnicowanej wielkości jednostkowych owoców (Tabela 3).

Truskawki spełniały wymagania w odniesieniu do wielkości owoców wg normy PN-A-78652/Az1. W próbkach mrożonych truskawek z upraw w 2022 roku, nie stwierdzono obecności owoców o średnicy mniejszej niż 15 mm, a obecność owoców o średnicy 15-18 mm odnotowano u dwóch producentów hurtowych i tylko u jednego producenta detalicznego. We wszystkich badanych próbkach udział owoców dużych ( $\varnothing$  powyżej 25 mm) był znaczący i nie wynosił mniej niż 76%.

**Tabela 3.** Wielkość truskawek zamrożonych bez szypułek 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
>25	82,21	88,54	96,29	77,70	81,45	100	76,69	79,41	82,21
18<25	16,91	11,46	3,71	22,30	18,55	0,00	19,57	19,85	16,91
15<18	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,74	1,35	0,88
<15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Analiza przekroju truskawek wskazała na prawdopodobną zmienną odmianowość owoców, zarówno w obrębie opakowania, jak i dostawców (Fot. 3).



**Fot. 3.** Wygląd truskawek, przykłady

Ocenę parametrów jakościowych truskawek w zakresie wyglądu zewnętrznego, dojrzałości, zdrowotności i stopnia zanieczyszczeń przedstawiono poniżej (Tabela 4).

**Tabela 4.** Ocena jakościowa truskawek zamrożonych

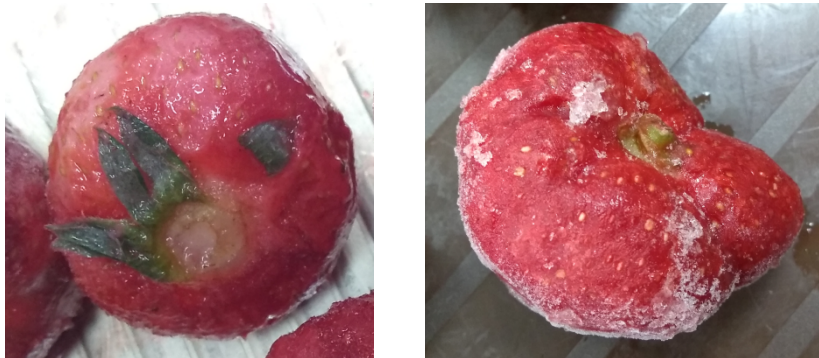
Cecha	Producent							
	obróć detaliczny					obróć hurtowy		
	1	2	3	4	5	I	II	III
<b>Wygląd, zawartość owoców % (m/m)</b>								
uszkodzonych mechanicznie	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	5,14	0,00	0,64
pokruszonych	0,00	0,00	0,00	2,70	1,99	2,56	0,00	0,00
niekształtnych	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40	0,00
oblodzonych	0,00	100	100	100	100	0,00	0,00	0,00
zlepnięć trwałych	0,00	10,46	0,00	1,24	0,00	12,02	11,8	0,00
oszlronionych	0,00	100	0,00	100	100	0,00	0,00	0,00
<b>Dojrzałość, zawartość owoców % (m/m)</b>								
przejrzalnych	21,32	3,13	0	8,28	10,39	3,70	40	8,72
niewybarwionych	5,14	1,20	0,95	8,52	4,58	8,12	0,00	7,44
zielonych	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Zdrowotność, zawartość owoców</b>								
ze zmianami enzymatycznymi % (m/m)	5,31	1,69	3,18	5,16	0,00	6,82	0,00	0,82
zepsutych, szt./ kg	0,00	1,00	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00
<b>Zanieczyszczenia</b>								
zawartość zanieczyszczeń pochodzenia roślinnego, cm <sup>2</sup> na 500g owoców	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zawartość owoców z pozostałością nasady szypułki szt./500g	0,00	0,00	4,00	7,78	10,00	3,00	2,00	0,00
zawartość zanieczyszczeń mineralnych, % (m/m)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

We wszystkich próbkach ze sprzedaży hurtowej i jedynie w jednej próbce ze sprzedaży detalicznej, nie stwierdzono obecności owoców oblodzonych (Fot. 2.). Badane mrożone truskawki charakteryzowały się typowym kształtem dla tego rodzaju owoców, za wyjątkiem jednej próbki. Pojedyncze owoce wykazywały ślady mechanicznego uszkodzenia, jednakże ich ilość nie przekraczała 1,00% w próbkach z obrotu detalicznego oraz 5,20% z obrotu hurtowego.

Owoce były wolne od zanieczyszczeń mineralnych, pochodzenia roślinnego oraz obcych. Pod względem zawartości owoców z pozostałością nasady szypułki, owoce pochodzące z obrotu detalicznego oraz hurtowego, spełniały wymagania truskawek Klasy I oraz Klasy II



(Fot. 4). Truskawki pochodzące z obrotu detalicznego od dwóch producentów, nie spełniały minimalnych wymagań normy przedmiotowej dla tego parametru.



**Fot. 4.** Truskawki z pozostałością szypułki

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. Poddane ocenie mrożone owoce, w jednostkowych opakowaniach, nosiły ślady zepsucia (Fot. 5), gnicia czy zapleśnienia, które dyskwalifikują produkt jako przydatny do spożycia. Tylko w jednej próbce pochodzącej z handlu hurtowego oraz dwóch próbkach z handlu detalicznego nie identyfikowano owoców zepsutych. W pozostałych próbkach, ilość zepsutych owoców nie wynosiła więcej niż 3 sztuki.



**Fot. 5.** Truskawki ze zmianami

Opakowania jednostkowe zawierały owoce z nielicznymi śladami uszkodzeń mechanicznych w ilości do 5,14 %. 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 (90,50 g) można uznać, że zastosowane opakowanie oraz warunki składowania w sposób zadowalający zabezpieczały składowane, w handlu i chłodniach, owoce przed utratą wody. Większość owoców charakteryzowała się zawartością substancji rozpuszczalnych w wodzie powyżej 7,50% (Tabela 5). Zawartość ekstraktu ogólnego truskawek była zróżnicowana i wynosiła w przedziale od 6,46 do 7,95% w owocach ze sprzedaży detalicznej oraz w przedziale 6,00 – 9,23% w owocach ze sprzedaży hurtowej.

**Tabela 5.** Parametry fizykochemiczne mrożonych truskawek

Producent	Sucha masa [%]	Zawartość ekstraktu [% m/m]	pH [-]	Kwasowość ogólna [g/100g]*	Popiół [g/100g]
obrot detaliczny					
1	9,42	7,95	4,05	0,54	0,31
2	8,64	6,90	3,74	0,67	0,27
3	8,72	7,95	3,93	0,68	0,30
4	8,47	7,41	3,95	0,56	0,29
5	7,56	6,46	3,90	0,59	0,30
obrot hurtowy					
I	7,73	6,56	3,87	0,61	0,32
II	7,50	6,00	3,87	0,61	0,32
III	9,04	9,23	3,91	0,48	0,34

\* w przeliczeniu na kwas jabłkowy

Wysoka kwasowość środowiska stanowi dostateczną przeszkodę dla rozwoju bakterii, w tym bakterii gnilnych. Zawartość kwasów ogółem jest największa w owocach niedojrzałych, a w okresie dojrzewania (czy przechowywania) notuje się pewne obniżenie kwasowości. Owoce dojrzałe wykazują kwasowość w granicach od 0,2% aż do 3%. Otrzymane wyniki kwasowości truskawek z handlu detalicznego oraz hurtowego są zbliżone i mieszczą się w podanych zakresach (Tabela 5). Wartości parametrów barwy potwierdzają dojrzałość owoców w momencie mrożenia. Próbkę truskawek pochodzące od danego producenta były w zróżnicowanym stopniu wybarwione (Tabela 6). Pojedyncze sztuki

identyfikowano jako owoce niewybarwione lub przejrzyste. Nie stwierdzono natomiast występowania owoców zielonych. Parametry barwy owoców w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  podano w Tabeli 6.

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

Producent	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^*$
obrót detaliczny					
1	20,93 ± 5,99	26,66 ± 5,56	16,46 ± 6,33	31,48 ± 7,80	30,69 ± 6,04
2	22,99 ± 4,45	28,32 ± 2,60	16,69 ± 3,30	32,92 ± 3,76	30,25 ± 3,29
3	21,71 ± 3,06	29,05 ± 2,30	17,75 ± 2,57	34,09 ± 2,92	31,30 ± 3,22
4	21,82 ± 2,61	29,56 ± 4,25	16,92 ± 5,18	34,17 ± 6,11	29,10 ± 4,70
5	23,40 ± 3,78	28,12 ± 4,22	16,02 ± 3,80	32,41 ± 5,39	29,34 ± 3,21
obrót hurtowy					
I	24,87 ± 5,36	26,87 ± 5,21	16,87 ± 3,72	31,78 ± 6,09	32,09 ± 4,28
II	22,62 ± 3,78	21,13 ± 3,81	11,24 ± 3,65	23,99 ± 5,01	27,34 ± 4,22
III	22,21 ± 3,07	19,89 ± 4,87	9,82 ± 3,43	22,22 ± 5,78	25,76 ± 3,79

$L^*$  - 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. Wszystkie próbki wykazywały charakterystyczny dla tych owoców zapach oraz smak, bez obcych posmaków czy aromatów.

Dopełnieniem oceny owoców było określenie ich tekstury, stopnia odcieku uzyskanego podczas rozmrażania owoców oraz ich soczystości (Tabela 7). Owoce przeznaczone do sprzedaży hurtowej cechowały się większą twardością niż te ze sprzedaży detalicznej, średnio o 40%. Z kolei, owoce pochodzące z handlu detalicznego, charakteryzowały się większą soczystością (do 8,00%).

**Tabela 7.** Twardość, wyciek samoczynny i soczystość mrożonych truskawek

Producent	twardość [N]	wyciek samoczynny [%]	soczystość [%]
min-max			
obróć detaliczny			
1	8,43 – 22,06	6,11 – 6,62	0,00 – 0,67
2	4,57 – 13,91	21,67 – 25,74	3,13 – 5,67
3	5,12 – 17,79	20,78 – 21,04	1,43 – 4,59
4	3,08 – 15,07	27,51 – 34,44	2,59 – 5,17
5	1,65 – 19,85	26,39 – 30,92	2,54 – 5,17
obróć hurtowy			
I	5,46 – 12,32	18,90 – 26,51	2,41 – 4,94
II	3,47 – 12,40	18,40 – 24,93	2,39 – 4,90
III	6,36 – 23,28	7,33 – 13,68	0,59 – 1,70

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

**Tabela 8.** Zawartość wybranych związków mineralnych w mrożonych truskawkach

Producent	Ca	Mg	K
	[mg/kg]		
min. – max.			
obróć detaliczny	136,00 – 200,00	115,12 – 163,75	1210,00 – 1665,00
obróć hurtowy	144,00 – 194,00	129,84 – 195,39	1320,00 – 1700,00
<b>Dane literaturowe*</b>	<b>260</b>	<b>100</b>	<b>1330</b>

\*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,

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

arabinoza, ksyloza oraz niektóre disacharydy: laktoza, maltoza, celobioza) w mrożonych malinach podano w poniższej tabeli (Tabela 9).

**Tabela 9.** Zawartość cukrów w mrożonych truskawkach [%]

Cukry	Producent	
	obrót detaliczny	obrót hurtowy
	Min.-maks.	
<b>ogółem</b>	4,52 – 8,22	5,15 – 7,25
<b>redukujące</b>	5,01 – 8,20	4,95 – 7,05

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 truskawkach podano w Tabeli 10.

**Tabela 10.** Zawartość błonnika w mrożonych truskawkach

Producent	Błonnik	
	[g/100 g]	[% sm]
min. – max.		
obrót detaliczny	1,70 – 2,50	18,05 – 28,94
obrót hurtowy	1,91 – 2,60	21,11 – 33,67
<b>Dane literaturowe*</b>	<b>1,80</b>	-

\*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

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

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 truskawek przedstawiono w Tabeli 11.

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

Parametr		Producent	
		obrót detaliczny	obrót hurtowy
		min.- maks.	
suma związków fenolowych – polifenoli*	[mg/100g]	266,67 – 288,64	246,97 – 276,06
antocyjany		21,67 – 26,20	21,35 – 30,39
aktywność przeciwutleniająca z odczynnikiem DPPH **	[μM/g]	10,41 – 11,60	9,84 – 10,16
aktywność przeciwutleniająca z odczynnikiem ABTS **		13,44 – 15,72	12,56 – 15,35

\* 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 i soli mineralnych identyfikowanych w mrożonych truskawkach przedstawiono w Tabeli 12.

**Tabela 12.** Zawartość  $\beta$ -karotenu oraz witaminy C w mrożonych truskawkach

Parametr		Producent		Dane literaturowe*
		obrót detaliczny	obrót hurtowy	
		min.-maks.		
<b><math>\beta</math>-karoten</b>	[ $\mu$ g/100 g]	8,62 – 17,25	8,02 – 13,12	14,0
<b>witamina C</b>	[mg/100g]	28,95 – 51,05	29,55 – 53,55	59,4

\*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](mailto:elzbieta.polak@ibprs.pl)**