



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

TRUSKAWKA MROŻONA

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

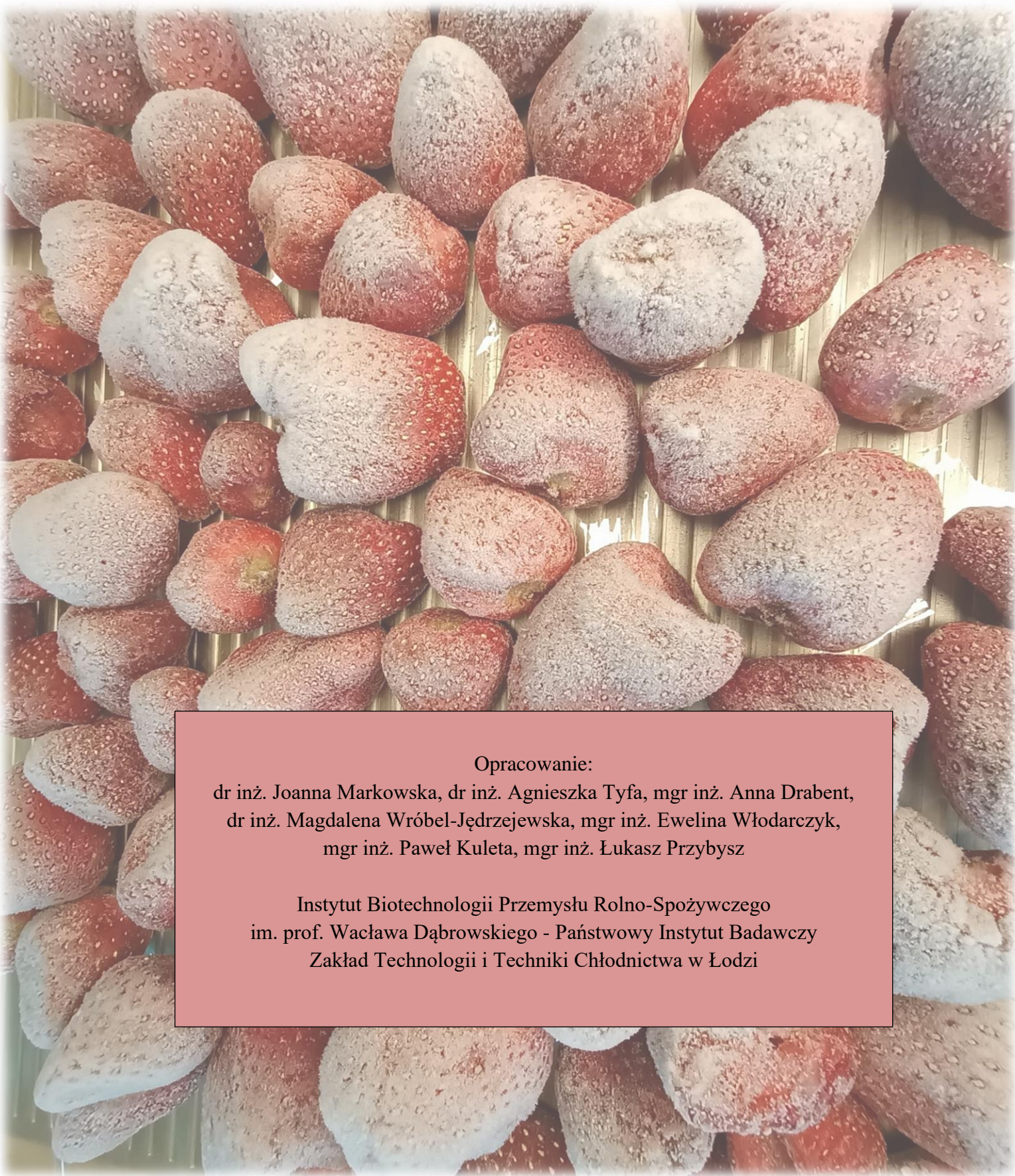


Badania realizowane w ramach:

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

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

Łódź, grudzień 2023 r.



Opracowanie:

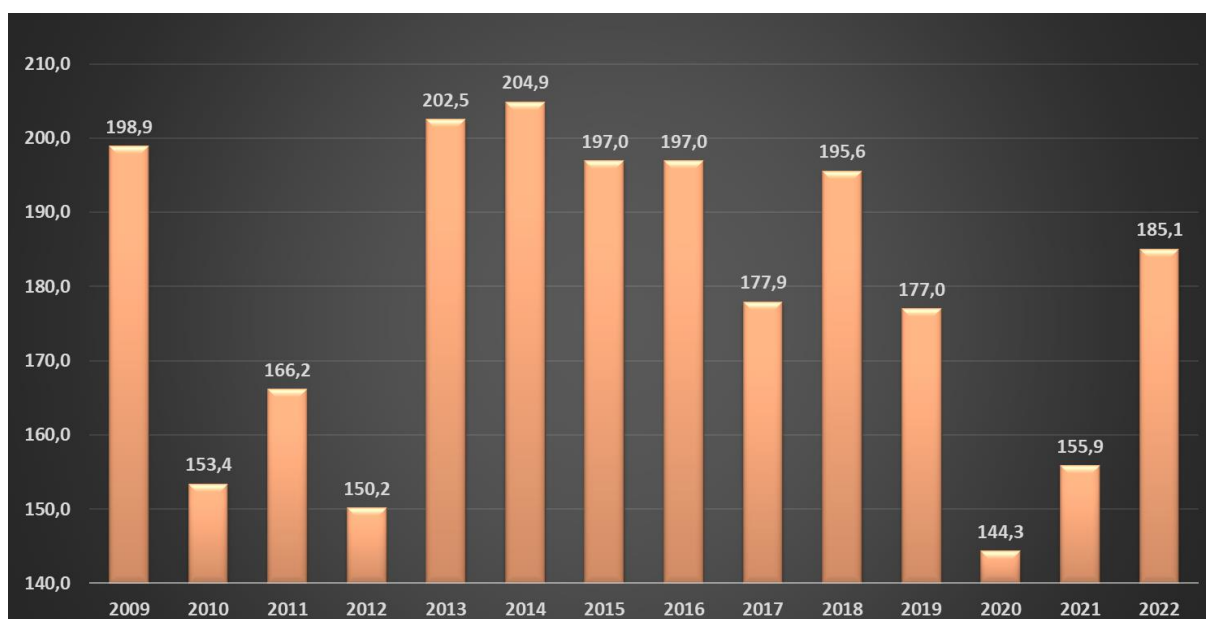
dr inż. Joanna Markowska, dr inż. Agnieszka Tyfa, mgr inż. Anna Drabent,
dr inż. Magdalena Wróbel-Jędrzejewska, mgr inż. Ewelina Włodarczyk,
mgr inż. Paweł Kuleta, mgr inż. Łukasz Przybysz

Institut 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 literaturowych, w tym z GUS, 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) i Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej-PIB, wynika, że krajowa produkcja mrożonych owoców w sezonie 2022/2023 wyniosła 394 tys. t i była wyższa niż w latach 2020-2022.



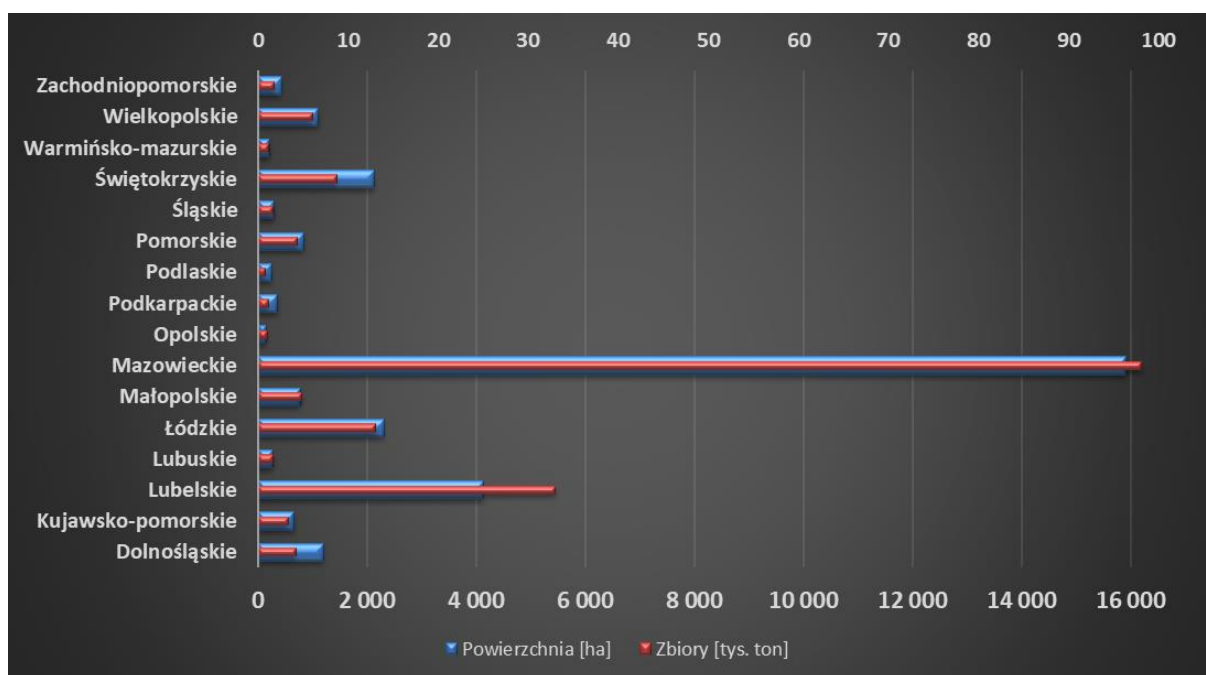
Rys. 1. Zbiory truskawek w latach 2009-2022.

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 r. zbiory wg. GUS osiągnęły poziom 185 tys. ton, co stanowiło 18% wzrost w stosunku do roku poprzedniego (Rys. 1). Według danych GUS w 2023 r. zbiory owoców

z krzewów owocowych i plantacji jagodowych szacuje się na 0,6 mln t. Na czele grupy owoców z krzewów i plantacji jagodowych plasują się truskawki w ilości 180 tys. t. Plantacje truskawek na terenie naszego kraju zajmują obszar około 31,0 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 2022 największe powierzchnie upraw truskawek posiadały województwa: łódzkie, lubelskie i mazowieckie a ich wielkość była na poziomie od 2 311 ha do 15 914 ha (Rys.2). Najmniejszy areał upraw truskawek posiadały województwa: opolskie, podlaskie, warmińsko-mazurskie i kształtował się na poziomie 147 – 247 ha. W roku ubiegłym najwięcej truskawek zebrano w województwie łódzkim, mazowieckim i lubelskim, w ilości od około 13,06 tys. t do 98,19 tys. t. Natomiast najmniej truskawek zebrano w województwie: opolskim, warmińsko-mazurskim oraz podlaskim od 0,85 do 1,21 tys. ton.



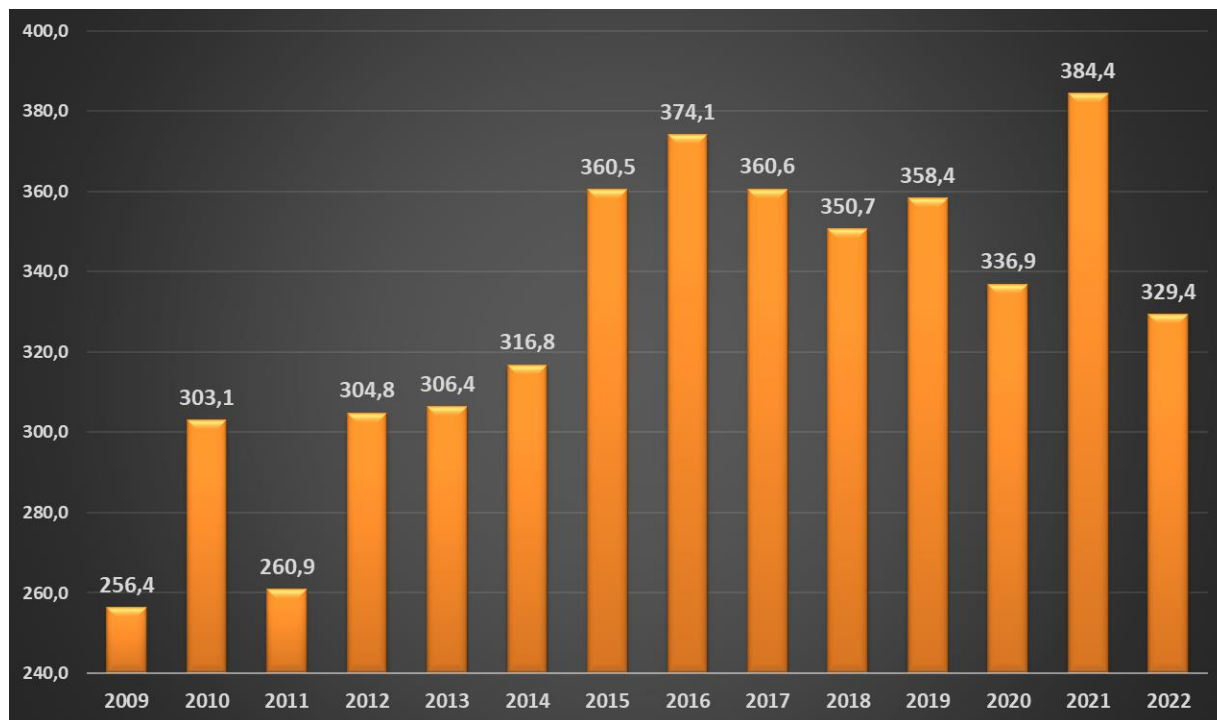
Rys. 2. Powierzchnia upraw i zbiory truskawek w 2022 roku

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

Wartość importu mrożonych owoców w sezonie 2022/2023 wyniósł 285 mln EURO. Truskawki są także importowane do Polski, a wartość dostaw tych owoców w sezonie 2021/2022 wyniosła 12% a szacunkowe dane z sezonu 2022/2023 r. wskazują na 16%. Wolumen importu mrożonych truskawek w sezonie 2022/2023 wyniósł 42 tys. t. Owoce

importowano głównie z Egiptu (78% wolumenu importu), Niemiec (8% wolumenu importu) i Ukrainy (7% wolumenu importu). W roku 2022 sprowadzono do kraju 943,5 tony, a w ciągu pierwszych ośmiu miesięcy 2023 r. 991,5 tony truskawek.

Wolumen eksportu świeżych owoców wyniósł w latach 2022 i 2023 (do 31 sierpnia) odpowiednio 685,7 i 857,108 ton owoców. Eksport mrożonych owoców w 2022 r. wyniósł ok. 230 tys. ton (Rys. 3).



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)

Udział eksportu polskich truskawek mrożonych wyniósł w sezonie 2021/2022, 13% ogółu (83,3 tys. ton) a w sezonie 2022/2023 (dane wstępne) 11% (65 tys. ton).

Polskie mrożone owoce eksportowane były do 54 państw na całym świecie. Głównymi odbiorcami były państwa unijne, w tym Niemcy (28% całego polskiego eksportu tej pozycji towarowej), Francja, Holandia, Szwecji i Belgia. Polskie owoce eksportowane były również m.in. do Japonii, Chin, USA czy Australii.

Określenie wymogów 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.

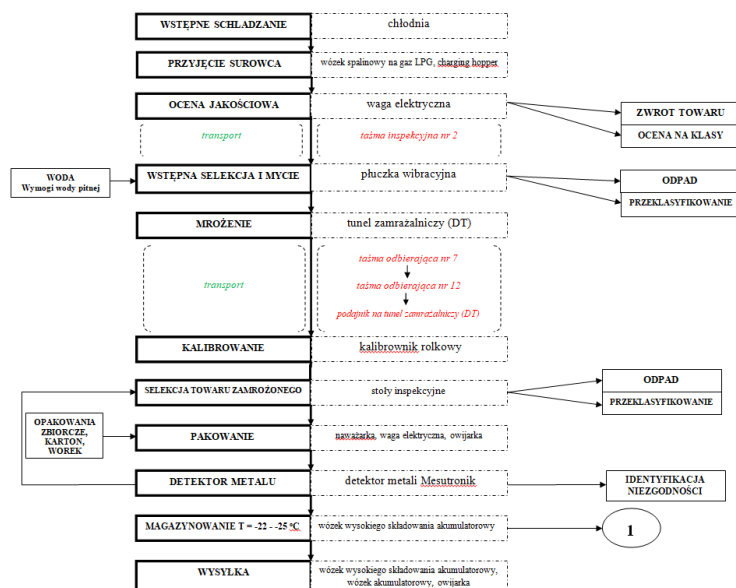
Zebrano i zestawiono podstawowe normy dotyczące powyższego zakresu oraz przeprowadzono analizę wymagań w nich zawartych, w kontekście badanego asortymentu owoców (truskawek). Na ich podstawie opracowano wstępne wytyczne, dotyczące wymagań dla owoców na poszczególnych etapach produkcji, które zebrano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

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

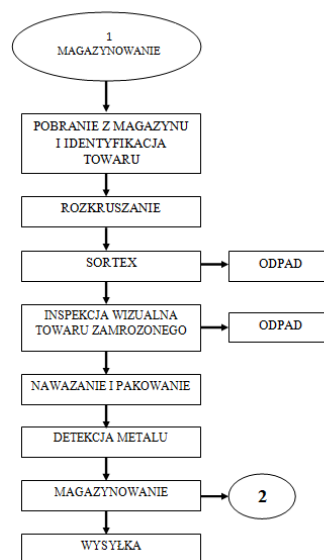
Wymagania		
owoce świeże	mrożone owoce po produkcji	mrożone owoce po przechowywaniu
jednolitość odmianowa	jednolitość odmianowa	jednolitość odmianowa
dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.	dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.	dojrzałość - zawartość owoców niedojrzałych, % wag.
wygląd	wygląd	wygląd
zdrowotność - zawartość owoców z objawami chorób, % wag.	wygląd - zawartość owoców, % wag., stopień zbrylenia (tworzących zlepierce trwałe, rozdrobnionych, grysu)	wygląd - zawartość owoców, % wag., stopień zbrylenia (tworzących zlepierce 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 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 (nieodjrzałe, 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, dopuszczanej 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 temperaturę 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.

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 fizykochemicznych.

Owoce, zarówno świeże jak i mrożone, stanowią kluczową gałąź przetwórstwa i od lat cieszą się popularnością wśród konsumentów. Wpływają niewątpliwie na stan zdrowia konsumentów ze względu na ich wyjątkową wartość odżywczą, a nawet medyczną. Ograniczenie utraty jakości owoców od momentu zbioru, poprzez procesy technologiczne, przechowywanie i wprowadzenia do obrotu handlowego zawsze jest od lat aktualnym tematem badań. Łańcuch chłodniczy jest ważnym sposobem na wydłużenie okresu przydatności do spożycia owoców, a monitorowanie jakości owoców jest niezbędne do zapewnienia ich jakości i bezpieczeństwa konsumentów. Łańcuch chłodniczy ma na celu zapobieganie psuciu się owoców, ochronę ich przed uszkodzeniami mechanicznymi i zabezpieczeniu ich wysokiej jakości od „pola do stołu konsumenta”, zwłaszcza gdy są to produkty mrożone. Monitorowanie, rejestrowanie, identyfikacja i kontrola całego procesu łańcucha chłodniczego owoców ma ogromne znaczenie dla osiągnięcia niezawodnej i stabilnej klasyfikacji, pakowania, transportu i przechowywania mrożonych owoców.

Pojęcie jakości może być identyfikowane jako stopień doskonałości produktu, lub też jako kryterium zgodności 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.

Wymagania dotyczące owoców zarówno świeżych, jak i mrożonych i poddanych przechowywaniu w tym stanie przedstawiono w Tabeli 1.

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 zlepieńce trwałe, rozdrobnionych, grysu)	wygląd - zawartość owoców, % wag., stopień zbrylenia (tworzących zlepieńce 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

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.

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 truskawek.

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 „Truskawka 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 (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 suchej substancji powyżej 6,60% (Tabela 2). Zawartość ekstraktu ogólnego truskawek była zróżnicowana i wynosiła w przedziale od 7,00 do 8,50% w owocach ze sprzedaży detalicznej oraz w przedziale 8,00 – 9,00% w owocach ze sprzedaży hurtowej.

Tabela 2. Parametry fizykochemiczne mrożonych truskawek

Sucha masa [%]	Zawartość ekstraktu [% m/m]	pH [-]	Kwasowość ogólna [g/100g]*
obróć detaliczny			
6,60 – 10,15	7,75 – 8,50	3,24 -3,38	0,60 – 0,75
obróć hurtowy			
8,68 – 9,92	8,00 – 9,00	3,38 – 3,41	0,53– 0,81

* 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 2). Wartości parametrów barwy potwierdzają dojrzałość owoców w momencie mrożenia.

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 truskawkach przedstawiono w Tabeli 3.

Tabela 3. Zawartość wybranych związków mineralnych w mrożonych truskawkach

Producent	Ca	Mg	K
	[mg/kg]		
obrót detaliczny	155 - 188,00	131,92 – 132,10	1295,00 – 1680,00
obrót hurtowy	152,00 – 156,00	135,28 – 135,41	1765,00 – 1785,00
dane literaturowe	260	100	1330

*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 Tabeli 4.

Tabela 4. Zawartość cukrów w mrożonych truskawkach [%]

Producent	cukry ogółem [%]	cukry redukujące [%]
obrót detaliczny	4,67 – 5,55	4,61 – 5,75
obrót hurtowy	4,45 – 5,73	4,26 – 5,86

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 5.

Tabela 5. Zawartość błonnika w mrożonych truskawkach

Producent	Błonnik	
	[g/100 g]	[% s.m.]
obrót detaliczny	1,50 – 1,55	19,89 – 20,58
obrót hurtowy	1,33 – 1,64	14,49 – 17,59
Dane literaturowe*	1,8	-

*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 truskawek przedstawiono w Tabeli 6.

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

Parametr	Suma związków fenolowych	antocyjany	Aktywność przeciwutleniająca [$\mu\text{M/g}$]	
	[mg/100g]		DPPH*	ABTS**
obrót detaliczny	2,72 - 3,25	16,56 – 32,35	1,88 - 3,25	4,05 - 5,43
obrót hurtowy	2,36 – 4,19	21,30 – 49,90	1,42 – 3,16	3,11 – 5,51

* 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 7.

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

Producent	Witamina C	β -karoten	Witamina B ₁	Witamina B ₂
	[mg/100g]		[$\mu\text{g}/100\text{g}$]	
	min. – max.			
obrót detaliczny	30,25 - 72,50	5,30 – 9,25	7,50 – 15,95	13,60 - 19,00
obrót hurtowy	45,40 – 84,30	6,60 – 6,80	3,30 – 14,70	19,30 – 22,00
dane literaturowe	59,40	14,00	28,00	65,00

*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. 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 truskawek

Składniki		Dane producenta	Dane literaturowe*
wartość energetyczna	kJ kcal	133 – 160 32 – 38	140 33
tłuszcz	g	0,1 – <0,5	0,4
<i>w tym</i>			
kwasy tłuszczowe nasycone	g	0,0 – <0,1	0,02
węglowodany	g	5,4 – 7,7	7,6
<i>w tym</i>			
cukry	g	1,4 – 7,4	5,8
błonnik	g	bez deklaracji	1,8
białko	g	0,7 – 0,8	0,7
sól	g	<0,01	0,003

*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 truskawek wynosi 212.**

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)

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

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

- Nutrient Rich Food Index (NRF)

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

$$LIM_{3100 \text{ kcal}} = [\sum_{1-n} (Nutrient/DV) \times 100] / ED$$

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

- Nutrient Nutrient Adequacy Score (NAS)

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

- Nutrient Density Score (NDS)

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

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

Tabela 9. Zestawienie wybranych modeli profilowania gęstości odżywczej

Mode l	Algorytm	Warianty	Składniki odżywcze uwzględnione w modelu				Cechy modelu
			Makroelementy	Witaminy	Mineraly	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). NARn , Nutrient Adequacy Ratio dla n składników
		NDS6 (n=6)	białko, błonnik	A, C	Ca, Fe	-	
		NDS9 (n=9)	białko, błonnik	A, C, E	Ca, Fe, Mg, K	-	
		NDS16 (n=16)	białko, błonnik	A, C, D, E, tiamina, ryboflawina, niacyna, kwas pantotenowy, B6, B12, foliany	Ca, Fe, Mg	-	

- 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

Wyniki zebrane w Tabeli 10 przedstawiają wartości gęstości odżywczej wybranych modeli profilowania żywności w oparciu o uśrednione dane doświadczalne mrożonych truskawek od różnych dostawców z upraw w sezonie 2023.

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

Model	Wartość gęstości odżywczej	
	Owoce	Dane literaturowe
Naturally Nutrient Rich Score (NNR)		
NNR14	414,71	456,75
NNR16	396,87	438,82
Nutrient-Rich Foods (NRF)		
NRF6.3	237,30	259,10
NRF9.3	265,40	282,82
NRF11.3	268,07	285,55
NRF15.3	282,80	323,70
Nutrient Adequacy Score (NAS)		
NAS	6,85	7,63
Nutrient Density Score (NDS)		
NDS5	50,69	55,68
NDS6	39,05	42,63
NDS9	31,35	33,63
NDS16	20,27	22,97

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 on 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 truskawek 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 (tabela 11 i 12).

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

Lp.	Badany związek	DGO mg/kg	Lp.	Badany związek	DGO mg/kg	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	Acekwincyl	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	Etofenproks	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	Fenitroton	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	Bupirynt	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	Pirydafention	0,01
23	Chlorfenson	0,01	83	Flutolanil	0,01	143	Piryntanil	0,01
24	Chlorfenwinfos	0,01	84	Folpet	0,01	144	Piryntifos etylowy	0,01
25	Chloridazon	0,01	85	Fonofos	0,01	145	Piryntifos-metylowy	0,01
26	Chloroneb	0,01	86	Forat	0,01	146	Piryntikarb	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	Propoksur	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	Isazafofos	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	Tepraloksydym	0,01
44	Dichlofluamid	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	Dichlorowos (DDVP)	0,01	106	Krezoksym-metylu	0,01	166	Tolilfluamid	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	Mepanipiryum	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	penksulam
6	amisulbrom	56	flupiradifuron	106	petoksamid
7	azadyrachtyna A	57	flupyrsulfuron-metylu	107	pikolinafen
8	beflubutamid	58	flurochloridon	108	pimetrozyna
9	bensulfuron metylu	59	fluroksypyry	109	pinoksaden
10	bentazon	60	flusilazol	110	pirydat
11	bentiowalikarb izopropylowy	61	flutriafol	111	prochinazyd
12	benzowindiflupyr	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	imidaklopyryd	119	pyriofenon
20	chinomerak	70	ipkonazol	120	pyroksulam
21	chizalofop-p-tefurylu	71	isoproturon	121	rimsulfuron
22	chlomazon	72	izoksafutol	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	spirotramat
29	cyprokonazol	79	klotianidyna	129	sulfoksafior
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	mefentrioflukonazol	134	terbutylazyna
35	dimetenamid_p	85	metabromuron	135	tetrakonazol
36	dimoksystrobina	86	metamitron	136	tiabendazol
37	dinikonazol	87	metazachlor	137	tiaklopyryd
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 zawierała 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 truskawkach.

Związek	Zawartość [mg/kg]	NDP [mg/kg]*
obrót detaliczny		
cyprordinil	0,12 ±0,01	0,10
trifloksystrobina	0,01 ±0,01	0,05
fluopyram	0,01 ±0,01	40,00
obrót hurtowy		
azoksystrobina	0,02 ±0,01	60,00
trifloksystrobina	0,01 ±0,01	0,05
fluopyram	0,01 ±0,01	40,00
difenokonazol	0,11 ±0,06	20,00

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

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 truskawek. 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**