

# **Kształtowanie jakości żywności**

## **Food quality development**

**pod redakcją Agnieszki Palki**

Gdynia 2020

**REDAKCJA NAUKOWA:** dr inż. AGNIESZKA PALKA

**RECENZENCI:**

prof. dr hab. ZBIGNIEW FOLTYNOWICZ, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu  
dr hab. inż. WANDA KUDEŁKA, prof. UEK, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie  
dr inż. JOANNA NEWERLI-GUZ, Uniwersytet Morski w Gdyni  
dr hab. inż. ANETA OCIECZEK, prof. UMG, Uniwersytet Morski w Gdyni  
dr inż. AGNIESZKA PALKA, Uniwersytet Morski w Gdyni  
prof. dr hab. inż. STANISŁAW POPEK, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie  
prof. dr hab. inż. PIOTR PRZYBYŁOWSKI, Uniwersytet Morski w Gdyni  
dr hab. inż. MILLENA RUSZKOWSKA, prof. UMG, Uniwersytet Morski w Gdyni  
dr hab. inż. AGNIESZKA RYBOWSKA, prof. UMG, Uniwersytet Morski w Gdyni  
dr hab. inż. URSZULA SAMOTYJA, prof. UEP, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu  
dr hab. inż. MAGDALENA SKOTNICKA, Gdański Uniwersytet Medyczny  
prof. dr hab. MARIA ŚMIECHOWSKA, Uniwersytet Morski w Gdyni  
dr hab. inż. ALEKSANDRA WILCZYŃSKA, prof. UMG, Uniwersytet Morski w Gdyni  
prof. dr hab. inż. RYSZARD ZIELIŃSKI, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu

**REDAKCJA I KOREKTA:** Ewa Giedziun

**PROJEKT OKŁADKI:** Agnieszka Palka

**WYDAWCA:**



**UNIWERSYTET MORSKI W GDYNI**  
ul. Morska 81-87  
81-225 Gdynia  
[www.umg.edu.pl](http://www.umg.edu.pl)

**ISBN 978-83-7421-344-8**

## SPIS TREŚCI

<b>ALFRED BŁASZCZYK</b>	
Bezpieczeństwo produktów zielarskich .....	5
<b>BEATA BORKOWSKA, MARCIN PIĞŁOWSKI, ANNA SZCZUPAK</b>	
Wpływ przechowywania na wybrane parametry jakościowe konfitur owocowych .....	22
<b>MARZENA DANOWSKA-OZIEWICZ, ANNA DRASZANOWSKA, MATEUSZ IZAJASZ, LIDIA KURP, AGNIESZKA NARWOJSZ, MIROSLAWA KARPIŃSKA-TYMOSZCZYK</b>	
Porównanie jakości ciastek <i>chocolate chip cookies</i> produkowanych tradycyjnie i przemysłowo .....	35
<b>PRZEMYSŁAW DMOWSKI, MARIA ŚMIECHOWSKA, RAFAŁ OLSZEWSKI</b>	
Wpływ wybranych defektów palenia kawy na jakość sensoryczną naparów .....	46
<b>KAROLINA DOBA, WOJCIECH ZMUDZIŃSKI</b>	
Calcium Content in Tea Infusions with Milk .....	60
<b>BOŻENA GARBOWSKA, MONIKA RADZYMIŃSKA</b>	
Ocena wybranych wyróżników jakości drobiu pochodzącego z różnych systemów hodowli dostępnego w handlu .....	71
<b>MICHAŁ HALAGARDA, MAŁGORZATA MIŚNIAKIEWICZ</b>	
Jakość pieczywa pszenno-żytniego i żytniego dostępnego na terenie Małopolski .....	83
<b>MARIOLA JASTRZĘBSKA</b>	
Zastosowanie pochłaniacza tlenu do ochrony zapakowanego mielonego mięsa wieprzowego .....	93
<b>WŁADYSŁAW KĘDZIOR, GRZEGORZ SUWAŁA, JUSTYNA TOKAR</b>	
Czynniki determinujące preferencje tłoczonych soków jabłkowych .....	107
<b>JUSTYNA KIEWLICZ, TOMASZ SPRAWKA</b>	
Comparison of Total Phenolic Content in Selected Conventional Dried and Lyophilized Fruits .....	119

<b>JOANNA KLEPACKA, ELŻBIETA GUJSKA, MARTA CZARNOWSKA-KUJAWSKA, KATARZYNA STANIEWSKA</b>	
Wpływ sposobu przemysłowego przetwarzania nasion gryki na właściwości przeciwutleniające uzyskanych kasz.....	129
<b>FILIP KŁOBUKOWSKI, MAGDALENA SKOTNICKA, KAJA KARWOWSKA</b>	
Rola towaroznawstwa w kształtowaniu zrównoważonej produkcji i konsumpcji	143
<b>MALGORZATA MIŚNIAKIEWICZ</b>	
Możliwości wykorzystania teobrominy w rozwoju produktów żywnościowych – poszukiwanie efektywnych ekonomicznie sposobów zagospodarowania nadwyżek kakao .....	155
<b>ANETA OCIECZEK, ANNA FLIS</b>	
Wpływ stopnia rozdrobnienia nasion kolendry ( <i>Coriandrum sativum</i> ) na ich właściwości sorpcyjne w kontekście badania stabilności przechowalniczej oraz podatności na modelowanie badanego zjawiska .....	170
<b>MAGDALENA PAŹDZIOR, JERZY ŻUCHOWSKI</b>	
Marnowanie żywności w obrocie towarowym .....	183
<b>MILLENA RUSZKOWSKA, KATARZYNA WINNICKA</b>	
Ocena właściwości fizykochemicznych i sensorycznych napojów roślinnych w proszku.....	197
<b>JERZY SZAKIEL</b>	
Zmiany jakości sensorycznej masła w czasie przechowywania w wybranych warunkach.....	212
<b>KAROLINA SZULC, IZABELA HARPULA</b>	
Właściwości reologiczne i stabilność majonezów niskotłuszczowych .....	223
<b>MACIEJ ŚWITALSKI, MILLENA RUSZKOWSKA</b>	
Charakterystyka właściwości sorpcyjnych wybranych suplementów białek w proszku.....	234
<b>JERZY ŻUCHOWSKI, MAGDALENA PAŹDZIOR</b>	
Zrównoważona konsumpcja inhibitorem marnotrawstwa żywności.....	251

# BEZPIECZEŃSTWO PRODUKTÓW ZIELARSKICH

**Alfred BŁASZCZYK**

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Instytut Nauk o Jakości,  
Katedra Przyrodniczych Podstaw Jakości, e-mail: alfred.blaszczyk@ue.poznan.pl

**Streszczenie:** W ostatnich latach występuje stały wzrost zainteresowania stosowaniem roślin zielarskich oraz produktów powstałych na ich bazie. W związku z tym rośliny zielarskie, jak i gotowe produkty ziołowe stają się ważnym produktem w handlu międzynarodowym. Niestety, zdarzają się produkty zielarskie o niskiej jakości materiału, dlatego też zharmonizowane regulacje prawne, dopuszczające produkty zielarskie do obrotu, stanowią podstawowe i niezbędne kroki dla zapewnienia jakości, w tym bezpieczeństwa oraz skuteczności preparatów ziołowych. W przypadku zastosowania farmaceutycznego jakość surowców zielarskich regulowana jest na etapie uprawy i zbiorów, a wytyczne dla rolników dyktowane są przez Farmakopea oraz system GACP (Dobra Praktyka Upraw i Zbioru), który zawiera zbiór wymogów stawianych surowcom zielarskim. Z kolei jakość oraz bezpieczeństwo produktów zielarskich gwarantowane są poprzez przestrzeganie wytycznych Dobrej Praktyki Wytwarzania (GMP) dla produktów leczniczych. Materiały zielarskie zaś, stosowane w żywności jako suplementy diety lub przyprawy, podlegają przepisom prawa żywnościowego, które nie wymagają żadnych systemów z wyjątkiem ziół ekologicznych na etapie upraw jak ich przetwarzania oraz skomplikowanej procedury rejestracyjnej. Celem publikacji jest przedstawienie regulacji prawnych oraz wytycznych stosowania materiałów roślinnych i produktów ziołowych w krajach Unii Europejskiej.

**Słowa kluczowe:** produkty zielarskie, markery, regulacje prawne.

## WSTĘP

Rośliny ziołowe z powodu właściwości leczniczych, smakowych oraz aromatycznych znajdują coraz szersze zastosowanie zarówno w medycynie, kosmetyce, jak i kuchni. Obecnie w celach leczniczych wykorzystuje się 15–20 tys. gatunków. W Europie uprawia się około 130 gatunków roślin zielarskich. W Polsce uprawianych jest ponad 50 gatunków ziół, z czego znaczna część doczekała się wyhodowania ponad 20 krajowych odmian [Sadowski 2013]. W krajach UE powierzchnia uprawy roślin zielarskich obejmuje ok. 70 tys. ha, w tym w Polsce ok. 30 tys. ha [Rokicki i Wiluk 2016].

Polska produkcja surowców zielarskich, opiewająca na ponad 30 tys. ton rocznie, stanowi drugie miejsce w Europie po Francji. Około 70% ziół przeznaczonych jest na rynek krajowy do produkcji leków, np. kozłek lekarski, jeżówka, babka płesznik, oraz wyrobów spożywczych, w tym: tymianek, cząber, mięta,

szałwia i estragon oraz kosmetyków. Pozostała część, czyli ok. 30% trafia na rynek europejski. Polski rynek ziół wart jest ok. 200 mln złotych [Forbes 2018].

Produkty ziołowe mogą składać się z prostych, jednoskładnikowych przetworzonych ziół lub wieloskładnikowych produktów ziołowych, przygotowanych z materiałów roślinnych, których jakość i ilość mogą się różnić w zależności od partii. W konsekwencji na jakość, a tym samym na bezpieczeństwo gotowych produktów ziołowych, bardzo duży wpływ ma stan surowców roślinnych. W związku z tym prawidłowa identyfikacja źródłowych materiałów roślinnych i wybór odpowiednich ich części stanowią podstawowe i niezbędne kroki dla zapewnienia bezpieczeństwa, a tym samym skuteczności produktów ziołowych. Wymagania i metody kontroli jakości gotowych produktów ziołowych, zwłaszcza mieszanych preparatów ziołowych, są znacznie bardziej złożone niż te stosowane w przypadku standardowych leków chemicznych.

Celem publikacji jest przedstawienie regulacji prawnych oraz wytycznych stosowania roślin zielarskich i produktów ziołowych w krajach Unii Europejskiej.

## 1. REGULACJE PRAWNE

W krajach Unii Europejskiej produkty ziołowe, zanim uzyskają dostęp do rynku, podlegają ocenie jakości, skuteczności oraz bezpieczeństwa. W zależności od końcowego wykorzystania produktu ziołowego obowiązują różne regulacje prawne, dotyczące ich jakości i bezpieczeństwa. Europejskie prawodawstwo w zakresie produktów ziołowych można podzielić na dwie grupy:

- akty prawne związane z ziołowymi produktami leczniczymi;
- akty prawne związane z żywnością.

### 1.1. Akty prawne związane z ziołowymi produktami leczniczymi

W przypadku ziołowych produktów leczniczych podstawowe zasady regulacji prawnych są określone w dyrektywie 2001/83/WE znowejelizowanej przez kolejne akty prawne, która została wdrożona w ramy krajowych regulacji prawnych każdego państwa członkowskiego. Zapisy dyrektywy 2004/24/WE, wprowadzają procedurę rejestracji tradycyjnych ziołowych produktów leczniczych. Ze względu na sposób rejestracji dyrektywa podzieliła produkty ziołowe lecznicze na dwie kategorie (tab. 1) [Directive 2001/83/EC of the European Parliament; Dyrektywa 2002/46/WE Parlamentu Europejskiego z 10 czerwca 2002].

**Tabela 1**

Kategorie produktów ziołowych według dyrektywy 2001/83/WE

<b>Tradycyjny ziołowy produkt leczniczy</b>	<b>Ziołowy produkt leczniczy</b>
<p>Przeznaczony ze względu na swój skład do stosowania bez kontroli lekarza w celach diagnostycznych lub w monitorowaniu leczenia</p> <p>Podawanie zgodnie z określonym dawkowaniem i stężeniem</p> <p>Okres stosowania tradycyjnego wynosi co najmniej 30 lat poprzedzających datę złożenia wniosku o wydanie pozwolenia na dopuszczenie do obrotu, w tym co najmniej 15 lat w państwie członkowskim UE</p> <p>Posiada wystarczające dane dotyczące bezpieczeństwa stosowania, wiarygodną skuteczność i efekt farmakologiczny na podstawie długotrwałego stosowania i doświadczenia w medycynie</p>	<p>Każdy produkt leczniczy, wyłącznie zawierający jako składnik aktywny jedną lub więcej substancji ziołowych lub jeden lub więcej preparatów ziołowych, lub też jedną lub więcej takich substancji ziołowych połączonych z jednym lub więcej takich preparatów ziołowych</p>

Powyższa dyrektywa wprowadza również definicję:

- substancji ziołowej – w całości, podzielone lub pocięte rośliny, części roślin, glony, grzyby, porosty w postaci nieprzetworzonej, suszone/świeże. Wyciągi, które nie zostały poddane szczególnej obróbce, są również uważane za substancje ziołowe. Są precyzyjnie określone przez zastosowaną część rośliny oraz nazwę botaniczną zgodnie z systemem dwumianowym;
- preparatu ziołowego – preparaty uzyskane poprzez poddanie substancji ziołowych obróbce: ekstrakcji, destylacji, tłoczeniu, frakcjonowaniu, oczyszczaniu, koncentracji lub fermentacji. Obejmują: rozdrobnione lub sproszkowane substancje ziołowe, nalewki, ekstrakty, olejki, wyciskane soki i przetworzone wyciągi.

## 1.2. Akty prawne związane z żywnością

Rośliny ziołowe mogą być wprowadzane do obrotu również jako żywność, tj. suplementy diety lub przyprawy, pod warunkiem, że nie odpowiadają definicji produktów leczniczych i że spełniają wymogi odpowiednich przepisów prawa żywnościowego. Rośliny ziołowe wprowadzone do obrotu w postaci suplementów diety powinny w szczególności spełniać wymogi dyrektywy 2002/46/WE [Dyrektywa 2002/46/WE Parlamentu Europejskiego z 10 czerwca 2002] w sprawie suplementów diety wraz z późniejszymi zmianami i Rozporządzenia WE nr 1924/2006 [Rozporządzenie (WE) Parlamentu Europejskiego i Rady z 20 grudnia 2006] wraz z późniejszymi zmianami w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych

dotyczących żywności. Oceną naukową suplementów diety i ich oświadczeń zdrowotnych zajmuje się Europejska Agencja ds. Bezpieczeństwa Żywności (EFSA).

Proces produkcji suplementów diety nie podlega nadzorowi farmaceutycznemu. Poza tym suplementy diety nie przechodzą skomplikowanej procedury rejestracyjnej takiej jak produkty ziołowe lecznicze. Producent lub importer jedynie zgłasza do Głównego Inspektoratu Sanitarnego o wprowadzeniu lub zamiarze wprowadzenia danego suplementu diety do obrotu, przedkładając wzór etykiety. W powiadomieniu tym zawarty jest m.in. dokładny skład produktu. Nie jest wymagana dokumentacja potwierdzająca jakość oraz deklarowane efekty działania. Żadna instytucja państwowa nie ocenia ani jakości ani bezpieczeństwa suplementów diety.

Na rynku istnieje wiele suplementów diety zawierających materiały ziołowe, których stosowanie różni się w poszczególnych krajach europejskich. W kilku krajach UE stosowanie określonych składników roślinnych jest dozwolone, podczas gdy w innych nie. Konieczne jest ustalenie wspólnej listy ziół i ujednolicenie składników roślinnych w suplementach diety we wszystkich krajach Unii Europejskiej.

Niektóre suplementy różnią się składnikami w stosunku do wymienionych na opakowaniu. Poza tym wiele suplementów diety może zawierać również substancje niebezpieczne lub niedopuszczone do obrotu. Przeprowadzone raporty zwracają uwagę na niebezpieczne poziomy arsenu, kadmu, ołowiu i rtęci lub wysoki poziom mikroorganizmów w tych produktach [Postupolski i in. 2010]. Ponadto działanie większości suplementów diety nie zostało określone w badaniach klinicznych.

Kolejnym problemem jest to, że granica między suplementami żywnościowymi a produktami farmaceutycznymi zawierającymi substancje lub preparaty ziołowe nie jest jasno określona, co powoduje, że konsumenci, pracownicy służby zdrowia i przemysł zielarski są zdezorientowani co do statusu produktów ziołowych. Dlatego też wymagane są szczegółowe regulacje Unii Europejskiej, dotyczące substancji ziołowych jako składników suplementów diety oraz ich bezpiecznych ilości.

Międzynarodowa Organizacja Standaryzacji utworzyła komitet ISO/TC34/SC7 ds. Przypraw i Ziół Kulinarnych, który publikuje międzynarodowe normy dotyczące: transportu, magazynowania, pobierania próbek oraz metod analizy ziół kulinarnych.

Z kolei w ramach WHO funkcjonuje Komitet Kodeksu ds. Przypraw i Ziół Kulinarnych CCSC (ang. *Codex Committee on Spices and Culinary Herbs*), który jest odpowiedzialny za opracowanie norm, dotyczących przypraw i ziół kulinarnych w stanie suszonym i odwodnionym w całości, w postaci mielonej, popękanej lub pokruszonej.



## 2. INSTYTUCJE ZAANGAŻOWANE W BEZPIECZEŃSTWO PRODUKTÓW ZIOŁOWYCH

Ważnymi kluczowymi instytucjami w Unii Europejskiej, zajmującymi się produktami ziołowymi leczniczymi, są:

- Europejska Agencja Leków EMA (ang. *European Medicines Agency*);
- Europejskie Naukowe Stowarzyszenie Fitoterapii ESCOP (ang. *European Scientific Cooperative on Phytotherapy*);
- właściwe organy krajowe państw członkowskich – w Polsce Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych.

Ważną instytucją w Europie zajmującą się opracowywaniem zagadnień, związanych ze skutecznością i bezpieczeństwem roślin leczniczych, była Niemiecka Komisja E, która do 1995 r. opracowała ponad 300 monografii ziołowych, stanowiących do dziś podstawową wiedzę na temat stosowania ziół [Komisja E].

Obecnie organem zajmującym się prawem w sektorze ziołowych produktów leczniczych w UE jest Komisja Europejska, wspierana przez niezależny organ EMA. EMA współpracuje z wieloma europejskimi i międzynarodowymi jednostkami, m.in. Farmakopeą Europejską (PhEur), Światową Organizacją Zdrowia (WHO) oraz Międzynarodową Radą Harmonizacji Wymagań Technicznych dla Rejestracji Produktów Leczniczych Stosowanych u Ludzi ICH (ang. *International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use*).

W ramach EMA Komisja Europejska ustanowiła Komitet ds. Ziołowych Produktów Leczniczych HMPC (ang. *Committee on Herbal Medicinal Products*) na mocy rozporządzenia 2004/726/WE oraz dyrektywy 2004/24/WE. Głównym zadaniem HMPC jest integracja działania w obrębie państw UE w zakresie stworzenia jednolitych kryteriów wprowadzania do obrotu ziołowych produktów leczniczych na wszystkich rynkach europejskich. W związku z tym HMPC realizuje ustanowienie wspólnotowej monografii ziół, która dotyczy skuteczności i bezpieczeństwa substancji ziołowych oraz preparatów ziołowych. Monografie ziołowe obejmują wszystkie istotne informacje, dotyczące bezpieczeństwa i skuteczności substancji ziołowych, m.in.: składu jakościowego i ilościowego, danych klinicznych, wskazań do stosowania, dawkowania i sposobu podawania, przeciwwskazań, interakcji, przedklinicznych danych o bezpieczeństwie.

Unijne ziołowe monografie podzielone są na dwie sekcje:

- zastosowanie ugruntowane, gdy aktywny składnik ziół jest stosowany przez ponad 10 lat, a jego skuteczność i bezpieczeństwo zostały dobrze poznane. W takich przypadkach wniosek o pozwolenie na dopuszczenie do obrotu może opierać się na wynikach z literatury naukowej;

- zastosowanie tradycyjne (rejestracja uproszczona) – przyjęte na podstawie wystarczających danych, dotyczących bezpieczeństwa i prawdopodobnej skuteczności.

Każdy preparat ziołowy jest oceniany indywidualnie, ponieważ dostępne informacje mogą się różnić w zależności od preparatu, dlatego niektóre preparaty pojawiają się w części monografii o ugruntowanych zastosowaniach, a inne w części dotyczącej tradycyjnego zastosowania. Jeśli dane są niewystarczające, niektóre preparaty mogą nie zostać dopuszczone do obrotu.

Unijna monografia ziołowa może być wykorzystana przez wnioskodawcę w materiale referencyjnym wniosku o pozwolenie na dopuszczenie do obrotu. Na stronie internetowej EMA na chwilę obecną unijna monografia ziołowa zawiera 164 pozycje ziół [EMA 2020].

Europejskie Naukowe Stowarzyszenie Fitoterapii (ESCOP) jest organizacją jednoczącą narodowe stowarzyszenia fitoterapeutyczne państw europejskich. Głównym celem organizacji jest zapewnienie lekom ziołowym odpowiedniego statusu naukowego i prawnego poprzez wspieranie badań surowców roślinnych, promowanie leków roślinnych wśród pacjentów i lekarzy, wspieranie badań klinicznych i eksperymentalnych związanych z fitoterapią, gromadzenie naukowej i praktycznej wiedzy o fitoterapii, opracowywanie monografii na temat terapeutycznych zastosowań leków roślinnych, rozszerzanie kontaktów i współpracy pomiędzy towarzystwami fitoterapeutycznymi z różnych krajów [ESCOP 2020a]. ESCOP opracowuje monografie ziołowe podobnie jak już nieistniejąca niemiecka Komisja E na podstawie dowodów naukowych i fachowej wiedzy. Monografie ESCOP są nieocenionym źródłem informacji naukowej dla pracowników służby zdrowia, naukowców, organów regulacyjnych, a także przemysłu farmaceutycznego. W różnych publikacjach fachowych monografie ESCOP są wymieniane obok monografii WHO jako źródła literaturowe i jako ekspertyzy.

W Polsce Urząd Rejestracji Produktów Leczniczych, Wyrobów Medycznych i Produktów Biobójczych zajmuje się m.in. oceną roślinnych produktów leczniczych. Zgodnie z przepisami ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia jest on również jednostką powołaną do wydawania opinii w sprawie suplementów diety, które mogą spełniać wymogi produktu leczniczego. Poza tym w 2009 r. powstał klaster Roślinnych Produktów Leczniczych i Suplementów Diety, kordynowany przez Narodowy Instytut Leków. Celem klastra jest m.in. opracowywanie i wdrażanie koncepcji najlepszych praktyk produkcji roślinnych produktów leczniczych oraz suplementów diety, a także informowanie o źródłach ich pochodzenia i dystrybucji. Certyfikat, który nadaje klaster, jest gwarancją jakości i oznacza, że roślinne produkty lecznicze i suplementy diety spełniają obowiązujące normy wytwarzania, ich skład jest zgodny z zadeklarowanym, a stosowanie jest bezpieczne dla

konsumenta. Logo klastra na produkcie gwarantuje, że produkt ten jest przebadany, bezpieczny i najwyższej jakości. Kupując certyfikowane produkty z logo klastra, pacjent ma pewność, że trafiają do niego najlepsze roślinne produkty lecznicze i suplementy diety.

Światowa Organizacja Zdrowia WHO (ang. *World Health Organization*) jest agencją Organizacji Narodów Zjednoczonych zajmującą się ziołowymi produktami leczniczymi. Organizacja opublikowała szereg monografii surowców roślinnych stosowanych nie tylko w Europie, ale i w innych rejonach świata. Stanowią one cenne źródło informacji zarówno o przeznaczeniu, jak i bezpieczeństwie substancji roślinnych [WHO 2020].

Z kolei kluczową instytucją w Unii Europejskiej zajmującą się suplementami diety oraz przyprawami jest Europejska Agencja ds. Bezpieczeństwa Żywności EFSA (ang. *European Food Safety Authority*). Krajowy organ odpowiedzialny za ten obszar jest to Główny Inspektorat Sanitarny.

### 3. BEZPIECZEŃSTWO STOSOWANIA MATERIAŁÓW ROŚLINNYCH

Do jakościowych aspektów ryzyka, związanych ze stosowaniem produktów pochodzenia roślinnego, zalicza się m.in.:

- zawartość roślin toksycznych;
- zafałszowanie substancją syntetyczną;
- zastosowanie toksycznych analogów substancji syntetycznych;
- zanieczyszczenie metalami ciężkimi;
- zanieczyszczenie powstałe w procesie wytwarzania, tj. pestycydy, zanieczyszczenia mikrobiologiczne.

Surowce roślinne stosowane jak suplementy diety lub przyprawy nie podlegają żadnym procedurom kontrolnym, uwzględniającym konieczność prowadzenia badań bezpieczeństwa. Natomiast materiały roślinne, stosowane w produkcji ziołowych produktów leczniczych, podlegają wymogom przedstawienia wyników badań. Udokumentowanie bezpieczeństwa stosowania dokonywane jest poprzez złożenie odpowiednich danych z literatury przedmiotu, obejmujących m.in. różne rodzaje toksyczności, dane farmakologiczne i farmakokinetyczne.

W całym łańcuchu wartości o jakości, a tym samym o bezpieczeństwie produktów ziołowych, przeznaczonych na cele farmaceutyczne oraz żywnościowe, decydują następujące etapy:

- etap I – uprawa i zbiór;
- etap II – produkcja preparatów ziołowych;
- etap III – łańcuch dostaw;
- etap IV – produkcja końcowego produktu ziołowego.

Niestety, tylko w przypadku produktów ziołowych, przeznaczonych na cele farmaceutyczne, proces wytwarzania na każdym etapie jest stale nadzorowany, a ich wytwórcy są poddawani regularnym kontrolom i powinni spełniać szereg rygorystycznych wymogów takich systemów, jak GACP – Dobra Praktyka Uprawy i Zbioru (ang. *Good Agricultural and Collection Practice*) oraz GMP – Dobra Praktyka Wytwarzania (ang. *Good Manufacturing Practice*) w celu zapewnienia bezpieczeństwa stosowania produktów [EMA 2005; AHPA 2006]. Firmy farmaceutyczne produkujące preparaty oraz ziołowe produkty lecznicze zobowiązane są do posiadania wdrożonego systemu GMP, który zapewnia jakość i bezpieczeństwo końcowego ziołowego produktu leczniczego. Kontrola rozpoczyna się od próbek materiałów ziołowych pobranych z plantacji. Wyszuszony materiał ziołowy analizuje się od razu po przyjęciu do magazynu, a do produkcji jest kwalifikowany po stwierdzeniu, że spełnia normy. W ramach GMP wykonywane są audyty dostawców, pozwalające w szybki i rzetelny sposób zebrać informacje, czy dany dostawca spełnia wymagania jakościowe. Wykonywana jest kontrola jakości i bezpieczeństwa surowca, jak i końcowego produktu poprzez profile fitochemiczne oraz zanieczyszczeń. Zawartość wybranych substancji (markerów) jest kontrolowana na pośrednich etapach wytwarzania, w gotowym produkcie oraz w ciągu całego okresu przydatności do spożycia. Specjalny system kodów kreskowych na opakowaniu umożliwia identyfikację partii surowca ziołowego, daty produkcji produktu ziołowego oraz miejsca, gdzie go dostarczono do sprzedaży.

W przypadku ziołowych produktów leczniczych na cele farmaceutyczne każdy etap łańcucha wartości jest rejestrowany, co przekłada się na ich jakość i bezpieczeństwo. Natomiast w przypadku ziołowych produktów stosowanych jako suplementy diety lub przyprawy nie ma wymogu rejestracji wszystkich etapów łańcucha, a tym samym możliwy jest brak kontroli pochodzenia i uwierzytelniania materiałów ziołowych. W tym przypadku producenci oraz dystrybutorzy suplementów diety oraz przypraw są całkowicie odpowiedzialni za ocenę bezpieczeństwa i oznakowanie swoich produktów przed wprowadzeniem ich do obrotu zgodnie z wymogami Rozporządzenia nr 1169/2011 [Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) z 25 października 2011].

Jakość oraz bezpieczeństwo ziołowych produktów leczniczych powinna być gwarantowana dzięki istniejącym wymogom, określonym w załączniku I do dyrektywy 2001/83/WE ze zmianami, w załączniku I do dyrektywy 2001/82/WE ze zmianami oraz z obowiązującymi wytycznymi ICH (ang. *International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Registration of Pharmaceuticals for Human Use*).

Chemiczny efekt terapeutyczny ziołowych produktów jest wypadkową działania kilku substancji biologicznie czynnych o różnym mechanizmie działania i o różnych właściwościach farmakokinetycznych. Pożądany efekt farmakologiczny

wystąpi, jeśli stężenie substancji aktywnej osiągnie odpowiedni poziom w organizmie, dlatego tak ważna jest standaryzacja ziołowych produktów, która zapewni ujednolicenie zawartości substancji czynnej, jak również substancji niepożądanych [Folaschade, Omoregie i Ochogu 2012]. Markery mogą stanowić opcję zapewniania i wykazywania odpowiedniej i stałej ilości substancji czynnych. HMPC podaje kryteria, które należy wziąć pod uwagę przy wyborze markerów [EMA 2008].

Zgodnie z wytycznymi, jeśli ziołowy produkt leczniczy zawiera substancje ziołowe i/lub preparaty ziołowe ze składnikami o znanej aktywności terapeutycznej, to wówczas składniki te należy wykorzystać do identyfikacji i oznaczenia ilościowego. W tych produktach, które nie posiadają składników o znanej aktywności terapeutycznej, należy zastosować markery do identyfikacji i ilościowe oznaczenia. W stosownych przypadkach należy wziąć pod uwagę monografie z Farmakopei Europejskiej, dotyczące substancji ziołowych, preparatów ziołowych oraz specyficzne monografie z dziedziny zielarstwa. Ze względu na szczególny i złożony charakter ziołowych produktów leczniczych markery mogą stanowić opcję zapewnienia i wykazania jakości tych produktów.

Według definicji HMPC markery są chemicznie zdefiniowanymi składnikami lub grupami składników substancji ziołowej, preparatu ziołowego lub ziołowego produktu leczniczego, które są przedmiotem zainteresowania dla celów kontroli, niezależnie od tego, czy mają jakąkolwiek aktywność terapeutyczną. Markery służą do obliczania ilości substancji ziołowej lub preparatu ziołowego w ziołowym produkcie leczniczym, jeśli znacznik ten został oznaczony ilościowo w samej substancji ziołowej lub preparacie ziołowym [EMA 2008].

HMPC wyróżnia dwie kategorie markera:

- markery aktywne – składniki lub grupy składników, które są ogólnie akceptowane jako przyczyniające się do działania terapeutycznego;
- markery analityczne – składniki lub grupy składników, które służą do celów analitycznych [EMA 2010].

Z kolei według przewodnika WHO markery chemiczne ekstraktów ziołowych podzielono na: (I) składniki terapeutyczne, (II) składniki bioaktywne, (III) składniki synergistyczne, (IV) składniki charakterystyczne, (V) główne składniki, (VI) składniki toksyczne oraz (VII) składniki ogólne stosowane w odcisku palca [WHO 2017].

Preparat ziołowy standaryzowany zawiera ściśle określoną liczbę składników odpowiedzialnych za efekt leczniczy. Standaryzacja preparatu roślinnego zapewnia ujednolicenie zawartości związków czynnych w każdej porcji leku. Jedynie surowiec spełniający znormalizowane wymagania jakościowe może być wykorzystany do produkcji ziołowych produktów leczniczych. Standaryzacja dotyczy składników odpowiedzialnych za efekt leczniczy, ale może także obejmować składniki niepożądane.

Przykłady stosowanych markerów przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2**

Przykłady stosowanych markerów w standaryzacji preparatów ziołowych

Nazwa markera	Gatunek rośliny	Część rośliny
Glikozydy flawonowe, laktony terpenowe	Młotzab dwukłapowy ( <i>Ginkgo biloba</i> )	liście
Rutyna	Morwa biała ( <i>Morus alba</i> L.)	liście
Kwas ferulikowy	Dzięgiel chiński ( <i>Angelicae sinensis</i> )	korzeń
Berberyna	Berberys zwyczajny ( <i>Berberis vulgaris</i> L.)	liście, owoce
Naringina	Drynaria okazała ( <i>Aglaomorpha fortunei</i> )	korzeń
Andrografolid	Brodziuszka wiechowata ( <i>Andrographis paniculata</i> )	liście
Sennozydy	Senes wąskolistny, strączyniec ( <i>Senna officinalis</i> Roxb.)	liście
Sylimaryna	Ostropest plamisty ( <i>Silybum marianum</i> )	owoc
Glicyryzyna	Lukrecja gładka ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> )	korzeń
Witanolidy	Witania ospała ( <i>Withania somnifera</i> ) – ashwagandha, żeń-szeń indyjski	korzeń
Ginsenozydy	Żeń-szeń ( <i>Panax ginseng</i> C.A. Meyer)	korzeń
Ikariin	<i>Epimedium sagittatum</i>	liście
Trans-resweratrol	Rdestowiec ostrokończysty ( <i>Reynoutria japonica</i> )	korzeń, liście
Protodioscyna	Buzdyganek naziemny ( <i>Tribulus terrestris</i> )	liście
Kwas kawoilochinowy	Karczoch zwyczajny ( <i>Cynara scolymus</i> )	korzeń, liście
Flawonoidy całkowite	Skrzyp polny ( <i>Equisetum arvense</i> )	liście
Pochodne kwasu kofeinowego	Mniszek lekarski ( <i>Taraxacum officinale</i> )	korzeń
Glikozydy triterpenowe w przeliczeniu na escynę	Kasztanowiec zwyczajny ( <i>Aesculus hippocastanum</i> L., <i>semen</i> )	kwiat, kora, nasienie

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [https://panacea.pl].

Jakość substancji ziołowych, preparatów ziołowych i ziołowych produktów leczniczych zależy od jakości wyjściowego materiału roślinnego, procesu przetwarzania, kontroli w trakcie procesu, kontroli GMP i walidacji, a także od stosowanych specyfikacji.

HMPC opublikowała wytyczne odnoszące się do specyfikacji, tj. testów, procedur i kryteriów akceptacji stosowanych w celu zapewnienia jakości substancji, preparatów ziołowych i ziołowych produktów leczniczych w momencie wytworzenia oraz podczas okresu przechowywania (tab. 3). Specyfikację należy ustalić na podstawie najnowszych danych naukowych oraz Farmakopei Europejskiej.

**Tabela 3**

Wytyczne HMPC dotyczące specyfikacji dla substancji ziołowych, preparatów ziołowych oraz ziołowych produktów leczniczych

<b>Substancje ziołowe</b>	<b>Preparaty ziołowe</b>	<b>Ziołowe produkty lecznicze</b>
Cechy botaniczne rośliny (rodzaj, gatunek, odmiana, chemotyp; wykorzystanie organizmów zmodyfikowanych genetycznie), części roślin  Charakterystyka makroskopowa i mikroskopowa  Właściwości fitochemiczne składników o znanym działaniu terapeutycznym, markerach, składnikach toksycznych  Zmienność biologiczna/geograficzna  Warunki uprawy/zbioru/suszenia, w tym poziomy mikrobiologiczne, mikotoksyny, metale toksyczne itp.  Chemiczne zabiegi przed i po zbiorach (pestycydy, fumiganty)  Profil i stabilność składników	Jakość substancji ziołowej  Definicja preparatu ziołowego (DER, rozpuszczalnik ekstrakcyjny)  Sposób przygotowania z substancji ziołowej  Składniki o znanej aktywności terapeutycznej, aktywne lub analityczne markery  Inne składniki  Warunki suszenia, np. poziomy mikrobiologiczne, pozostałości rozpuszczalników w ekstraktach  Profil i stabilność składników  Czystość mikrobiologiczna podczas przechowywania  Serie wykorzystane w badaniach przedklinicznych/klinicznych	Jakość substancji ziołowej i/lub preparatu ziołowego  Opis procesu produkcyjnego (wpływ temperatury, pozostałości rozpuszczalników)  Profil i stabilność substancji czynnej  Serie wykorzystane w badaniach przedklinicznych/klinicznych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EMA 2011].

W ostatnim okresie dużo surowców roślinnych pojawiło się w suplementach diety, a nawet w kategorii wyrobów medycznych, co w znacznym stopniu rozszerzyło ich dostępność, jednocześnie zmniejszając możliwości kontroli ich stosowania. Niestety, istniejące regulacje prawne dopuszczają jedynie kontrolowanie produktów leczniczych i monitorowanie ich działań niepożądanych. Środki spożywcze nie są objęte tak dokładnym systemem monitorowania.

W 1992 r. EMA opublikowała listę surowców roślinnych o działaniu toksycznym [EMA 1992], która została zaktualizowana w 2005 r. [EMA 2005]. Obecnie dane na temat bezpieczeństwa surowców roślinnych są przedmiotem oceny w trakcie procesu tworzenia monografii wspólnotowych. Przykłady tych roślin dostępne są w tabeli 4.

Tabela 4

Przykłady surowców roślinnych o działaniu toksycznym

Nazwa surowca roślinnego	Komentarz
Tojad ( <i>Aconitum</i> )	Wszystkie gatunki, wszystkie części roślin, zawartość akonityny i innych toksycznych alkaloidów
Kokornak ( <i>Aristolochia</i> )	Wszystkie gatunki, wszystkie części roślin, zawartość kwasu arystolochowego o działaniu karcinogennym, genotoksycznym
Berberys zwyczajny ( <i>Berberis vulgaris</i> )	Kora i korzeń, zawartość alkaloidu berberyny
Wrotycz pospolity ( <i>Chrysanthemum vulgare</i> )	Kwiat i ziele, zawartość toksycznego tujonu
Ostrzeń pospolity ( <i>Cynoglossum officinale</i> )	Ziele, zawartość alkaloidów pirolizydynowych o działaniu karcinogennym, hepatoksycznym i genotoksycznym
Bazylia pospolita ( <i>Ocimum basilicum</i> )	Olejek eteryczny, zawartość estragolu o działaniu genotoksycznym i karcinogennym
Starzec ( <i>Senecio</i> )	Wszystkie gatunki, ziele i korzeń, zawartość alkaloidów pirolizydynowych o działaniu karcinogennym, hepatoksycznym i genotoksycznym
Podbiał pospolity ( <i>Tussilago farfara</i> )	Kwiat i korzeń, Zawartość alkaloidów pirolizydynowych o działaniu karcinogennym, hepatoksycznym i genotoksycznym

Źródło: opracowanie własne na podstawie [EMA 1992].

Do najczęściej spotykanych substancji naturalnych o działaniu toksycznym, występujących w surowcach roślinnych, należą:

- kwas arystolochowy, występuje w roślinach z rodziny kokornakowatych (*Aristolochiaceae*), liczącej ok. 180 gatunków, występujących głównie w strefie tropikalnej [HMPC 2005];
- alkaloidy pirolizydynowe, występują w ponad 6 tys. roślin, w 13 rodzinach roślin, głównie w ogórecznikowatych (*Boraginaceae*), astrowatych (*Asteraceae*) i bobowatych (*Fabaceae*) [Louisse i in. 2019; HMPC 2020].

#### 4. INTERAKCJE MATERIAŁÓW ROŚLINNYCH Z LEKAMI

Niektóre substancje obecne w produktach roślinnych poprzez swoje działanie farmakologiczne mogą wywoływać zagrażające zdrowiu i życiu pacjentów interakcje z równocześnie przyjmowanymi lekami syntetycznymi. Obecnie



najbardziej aktualnym źródłem informacji na temat interakcji surowców roślinnych są monografie wspólnotowe EMA oraz ESCOP [EMA 2020; ESCOP 2020]. Do każdej monografii EMA dołączony jest raport przygotowany przez eksperta, szczegółowo oceniający wszystkie dostępne w literaturze przedmiotu dane zarówno z badań przedklinicznych, jak i klinicznych w zakresie interakcji.

Przykłady surowców roślinnych, wykazujących interakcje z lekami syntetycznymi, dostępne są w tabeli 5. Najbardziej znanymi przykładami surowców roślinnych, wykazujących interakcje z lekami syntetycznymi, są: ziele dziurawca (*Hyperici herba*), korzeń lukrecji (*Glycyrrhizae radix*), korzeń żeń-szeń (*Ginseng radix*) oraz liść miłorzębu (*Ginkgo bilobae folium*) (tab. 5).

**Tabela 5**

Przykłady surowców roślinnych wykazujących interakcje z lekami syntetycznymi

Nazwa surowca roślinnego	Interakcje z lekami syntetycznymi	Komentarze
Aloes zwyczajny ( <i>Aloe vera</i> ) sok z liści	Glikozydy nasercowe, leki antyarytmiczne, leki przywracające rytm zatokowy	Nadużywanie może prowadzić do hipokaliemii, powodującej nasilenie działania leków
Dziurawiec zwyczajny ( <i>Hypericum perforatum</i> ) liście	Inhibitory proteazy: cyklosporyna, takrolimus, digoksyna, leki przeciwkrzepliwe typu kumarynowego	Może wywołać zespół serotoninowy po zastosowaniu z inhibitorami zwrotnego wchłaniania serotoniny oraz leków przeciwdepresyjnych
Kozłek lekarski ( <i>Valeriana officinalis</i> ) korzeń	Leki uspokajające	Może dojść do nasilenia działania depresyjnego, potęguje działanie nasenne tiopentalu i pentobarbitalu
Lukrecja ( <i>Glycyrrhizae radix</i> ) korzeń	Tiazydowe leki moczopędne, glikozydy kardenolidowe, leki stosowane w nadciśnieniu	Duże dawki mogą wywoływać działanie adrenokortykotropowe, retencję chlorku sodu oraz nadciśnienie
Nawłóć pospolita ( <i>Solidago virgaurea</i> ) liście	Leki moczopędne	Nie zaleca się jednoczesnego stosowania z lekami moczopędnymi
Męczennica cielistka ( <i>Passiflora incarnata</i> ) liście	Leki uspokajające	Nasila działanie leków uspokajających i etanolu
Miłorząb dwukłapowy ( <i>Ginkgo biloba</i> ) liście	Leki przeciwkrzepliwe, niesteroidowe leki przeciwzapalne	Stosowane z kwasem acetylosalicylowym mogą powodować nasilenie krwawienia
Żeń-szeń ( <i>Panax ginseng</i> ) korzeń	Warfaryna, aspiryna, heparyna, fenelzyna, szczepionka przeciw grypie	Nasilenie ich działania, z fenelzyną może wywołać nadmierne pobudzenie o.u.n.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [EMA 2020; ESCOP 2020].

Niestety, dane na temat interakcji nie są dostępne dla wszystkich materiałów roślinnych zastosowanych w suplementach diety czy przyprawach, gdyż procedury dopuszczania do obrotu środków spożywczych nie wymagają przeprowadzania badań w tym zakresie.

## PODSUMOWANIE

W ostatnich latach występuje stały wzrost zainteresowania stosowaniem roślin zielarskich oraz produktów powstałych na ich bazie. Zharmonizowane regulacje prawne, dopuszczające produkty zielarskie do obrotu, są podstawowymi i niezbędnymi elementami zapewnienia bezpieczeństwa produktów zielarskich. Niestety, tylko w przypadku ziołowych produktów leczniczych proces wytwarzania na każdym etapie łańcucha wartości jest stale nadzorowany, a ich wytwórcy są poddawani regularnym kontrolom i muszą spełniać szereg rygorystycznych wymogów w celu zapewnienia bezpieczeństwa stosowania produktów. Natomiast w przypadku materiałów ziołowych stosowanych jako suplementy diety lub przyprawy nie ma wymogu rejestracji wszystkich etapów łańcucha, a tym samym możliwy jest brak kontroli pochodzenia i uwierzytelniania materiałów ziołowych. W tej sytuacji producenci oraz dystrybutorzy suplementów diety i przypraw są całkowicie odpowiedzialni za ocenę bezpieczeństwa i oznakowanie swoich produktów przed wprowadzeniem ich do obrotu.

W wielu materiałach roślinnych, stosowanych w produktach ziołowych mogą występować substancje toksyczne, m.in. kwas arystolochowy czy alkaloidy pirolizydynowe. Takie surowce roślinne są niedopuszczane w ziołowych produktach leczniczych, natomiast istnieje możliwość ich stosowania w suplementach diety. Poza tym niektóre substancje obecne w produktach roślinnych mogą wywoływać zagrażające zdrowiu konsumenta interakcje z równocześnie przyjmowanymi lekami syntetycznymi. Niestety, dane na temat interakcji nie są dostępne dla wszystkich materiałów roślinnych zastosowanych w suplementach diety czy przyprawach.

Reasumując, regulacje prawne w państwach UE zapewniają bezpieczeństwo ziołowych produktów leczniczych. Jednak w przypadku suplementów diety i przypraw brakuje regulacji prawnych wpływających na ich bezpieczeństwo, jak również skuteczność leczniczą. Odpowiedzialność za ich bezpieczeństwo ponosi przedsiębiorstwo wprowadzające te produkty na rynek.

## BIBLIOGRAFIA

1. Dziennik Urzędowy UE, 2003, Amended by Commission Directive 2003/63/EC of 25 June 2003 Amending Directive 2001/83/EC of the European Parliament and of the Council on the Community Code Relating to Medicinal Products for Human Use (Official Journal L 159, 27/6/2003, p. 46–94).
2. Folaschade K.O., Omoregie E.H., Ochogu A.P., *Standardization of Herbal Medicines – A Review*, International Journal of Biodiversity and Conservation, 2012, 4(3), s. 101–112.
3. Louisse J., Rijkers D., Stoopen G., Holleboom W.J., Delagrangé M., Molthof E., *Determination of Genotoxic Potencies of Pyrrolizidine Alkaloids in HepaRG Cells Using the  $\gamma$ H2AX Assay*, Food and Chemical Toxicology, 2019, 131(110532).
4. Postupolski J., Rybińska K., Ledzion E., Kurpińska-Jaworska J., Szczęśna M., Karłowski K., *Zanieczyszczenie mikotoksynami wybranych środków spożywczych*, [w:] Karłowski K., Rybińska K., Postupolski J. (red.), *Ocena narażenia konsumentów na chemiczne i mikrobiologiczne zanieczyszczenia żywności – programy realizowane w latach 2004–2008*, NIZP-PZH, Warszawa 2010.
5. Rokicki T., Wiluk M., *Handel zagraniczny ziołami i przyprawami w krajach Unii Europejskiej*, Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Problemy Rolnictwa Światowego, 2016, t. 16(XXXI), z. 2, s. 269–278.
6. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady.
7. Rozporządzenie (WE) nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności.
8. Sadowski A., *Uprawa ziół i możliwości ich wykorzystania*, Wydawnictwo Uniwersytetu w Białymstoku, Białystok 2013.

### Źródła internetowe

9. AHPA, 2006, *Good Agricultural and Collection Practice for Herbal Raw Materials*; <http://www.ahpa.org/portals> (dostęp 29.09.2020).
10. Directive 2001/83/EC of the European Parliament and of the Council of 6 November 2001 on the Community Code Relating to Medicinal Products for Human Use (Consolidated version: 16/11/2012), Dziennik Urzędowy UE, 2001, [http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol1/dir\\_2001\\_83\\_consol\\_2012/dir\\_2001\\_83\\_cons\\_2012\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/files/eudralex/vol1/dir_2001_83_consol_2012/dir_2001_83_cons_2012_en.pdf).
11. Dyrektywa 2002/46/WE Parlamentu Europejskiego z 10 czerwca 2002 r. w sprawie zbliżenia ustawodawstwa Państw Członkowskich odnoszących się do suplementów żywnościowych, Dziennik Urzędowy UE, 2002, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2002L0046:20091221:PL:PDF>.

12. EMA, 1992, *Herbal Drugs with Serious Risks – Listing of Herbs and Herbal Derivatives with Drawn for Safety Reasons*, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/other/cmp-list-herbal-drugs-serious-risks\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/other/cmp-list-herbal-drugs-serious-risks_en.pdf) (dostęp 29.09.2020).
13. EMA, 2005, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-good-agricultural-collection-practice-gacp-starting-materials-herbal-origin\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-good-agricultural-collection-practice-gacp-starting-materials-herbal-origin_en.pdf) (dostęp 29.09.2020).
14. EMA, 2005, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/public-statement-cmp-list-herbal-drugs-serious-risks-dated-1992\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/public-statement-cmp-list-herbal-drugs-serious-risks-dated-1992_en.pdf) (dostęp 29.09.2020).
15. EMA, 2008, *Reflection Paper on Markers Used for Quantitative and Qualitative Analysis of Herbal Medicinal Products*, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/draft-reflection-paper-markers-used-quantitative-qualitative-analysis-herbal-medicinal-products\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/draft-reflection-paper-markers-used-quantitative-qualitative-analysis-herbal-medicinal-products_en.pdf) (dostęp 29.09.2020).
16. EMA, 2010, *Reflection Paper on the Level of Purification of Extracts to Be Considered as Herbal Preparations*, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/reflection-paper-level-purification-extracts-be-considered-herbal-preparations\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/reflection-paper-level-purification-extracts-be-considered-herbal-preparations_en.pdf) (dostęp 29.09.2020).
17. EMA, 2011, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-specifications-test-procedures-acceptance-criteria-herbal-substances-herbal-preparations\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/guideline-specifications-test-procedures-acceptance-criteria-herbal-substances-herbal-preparations_en.pdf) (dostęp 29.09.2020).
18. EMA, 2020, [https://www.ema.europa.eu/en/medicines/field\\_ema\\_web\\_categories%-253Aname\\_field/Herbal/field\\_ema\\_herb\\_outcome/european-union-herbal-monograph-254](https://www.ema.europa.eu/en/medicines/field_ema_web_categories%-253Aname_field/Herbal/field_ema_herb_outcome/european-union-herbal-monograph-254) (dostęp 29.09.2020).
19. ESCOP, 2020a, <https://escop.com/escop-products/> (dostęp 29.09.2020).
20. ESCOP, 2020b, <https://escop.com/interactions/> (dostęp 29.09.2020).
21. Forbes, 2018, <https://www.forbes.pl/biznes/polskie-ziola-trafiaja-na-eksport-i-podbija-ja-rynek-ue/pvm562t> (dostęp 29.09.2020).
22. HMPC, 2005, *Public Statement of the Risks Associated with the Use of Herbal Products Containing Aristolochia species*, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/public-statement-risks-associated-use-herbal-products-containing-aristolochia-species\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/public-statement-risks-associated-use-herbal-products-containing-aristolochia-species_en.pdf) (dostęp 29.09.2020).
23. HMPC, 2020, *Public Statement on the Use of Herbal Medicinal Products Containing Toxic, Unsaturated Pyrrolizidine Alkaloids (Pas) Including Recommendations Regarding Contamination of Herbal Medicinal Products with Pyrrolizidine Alkaloids*, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/public-statement/draft-public-statement-use-herbal-medicinal-products-containing-toxic-unsaturated-pyrrolizidine\\_en-0.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/public-statement/draft-public-statement-use-herbal-medicinal-products-containing-toxic-unsaturated-pyrrolizidine_en-0.pdf) (dostęp 29.09.2020).
24. Komisja E, <https://buecher.heilpflanzen-welt.de/BGA-Commission-E-Monographs/> (dostęp 29.09.2020).

25. WHO, 2017, Annex 1, *WHO Guidelines for Selecting Marker Substances of Herbal Origin for Quality Control of Herbal Medicines*, [https://www.who.int/traditional-complementary-integrative-medicine/publications/trs1010\\_annex1.pdf?ua=1](https://www.who.int/traditional-complementary-integrative-medicine/publications/trs1010_annex1.pdf?ua=1), (dostęp 29.09.2020).
26. WHO, 2020, *Health System Library*, <http://digicollection.org/hss/en/d/Js2200e/> (dostęp 29.09.2020).

## SAFETY OF HERBAL PRODUCTS

**Abstract:** In recent years, there has been a steady increase in the use of herbal plants and products based on them. That is why herbal plants and herbal products are becoming an important product in international trade.

Unfortunately, there are herbal products with low-quality plant material. Therefore, the correct identification of source plant materials and the selection of appropriate parts of them for the preparation of herbal products are the basic and necessary steps to ensure the safety, quality and effectiveness of herbal products. The quality of herbal raw materials is regulated at the stage of cultivation and harvest, and the guidelines for farmers are dictated by the Pharmacopoeia and the GACP (Good Agricultural and Collection Practice), which contain a set of requirements for herbal raw materials. Meeting the requirements of the Pharmacopoeia and GACP guarantees the high quality of herbal raw materials used, among others for the production of herbal medicines. In turn, the quality and safety of herbal products are guaranteed by the Good Manufacturing Practice (GMP) guidelines for medicinal products. The GMP principles and guidelines apply not only to the finished herbal product, but also to the active substances contained in the herbal product. On the other hand, herbal materials used as dietary supplements or spices are subjected to food law, which does not require any systems except for organic herbs at cultivation and processing stages and a complicated registration procedures.

The aim of the publication is to present legal regulations and guidelines for the use of plant materials and herbal products in the European Union countries.

**Keywords:** herbal products, markers, legal regulations.

# WPLYW PRZECHOWYWANIA NA WYBRANE PARAMETRY JAKOŚCIOWE KONFITUR OWOCOWYCH

**Beata BORKOWSKA<sup>1</sup>, Marcin PIGŁOWSKI<sup>2</sup>, Anna SZCZUPAK<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup> Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa,  
Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, e-mail: b.borkowska@wpit.umg.edu.pl,  
m.piglowski@wpit.umg.edu.pl

<sup>3</sup> Uniwersytet Morski w Gdyni, Dział Nauki i Współpracy, Zespół ds. Komercjalizacji Badań,  
e-mail: a.szczupak@au.umg.edu.pl

**Streszczenie:** Celem pracy była ocena porównawcza jakości wybranych wskaźników fizykochemicznych konfitur owocowych w zależności od czasu przechowywania. W skład materiału badawczego wchodziły konfitury owocowe czterech wybranych producentów, wytworzone z owoców figi, pigwy, rokitnika oraz z płatków róży.

Konfitury owocowe zostały poddane badaniom laboratoryjnym na dwóch etapach: po zakupie oraz po trzech miesiącach przechowywania. W wyniku przeprowadzonej analizy statystycznej i po pozytywnym przyjęciu hipotez badawczych wykazano istotny wpływ czasu przechowywania na zmniejszenie się właściwości przeciwutleniających i zmianę barwy konfitur owocowych. Wykazano wzrost zawartości cukrów i spadek poziomu kwasowości, witaminy C i suchej masy. W trakcie przechowywania uległa zmianie barwa konfitur w różnym stopniu, najbardziej widoczną różnicę zauważono w przypadku konfitury z figi i pigwy. Zaobserwowano odwrotną zależność między aktywnością przeciwutleniającą w badanych konfiturach a zawartością polifenoli w trakcie przechowywania: zdolność zmiatania wolnych rodników zmalała, natomiast zawartość polifenoli wzrosła.

**Słowa kluczowe:** konfitury owocowe, czas przechowywania, parametry jakościowe.

## WSTĘP

Dawniej niemal każda dobra gospodyni, niezależnie od miejsca zamieszkania i statusu społecznego, musiała mieć spiżarnię, a w niej zapasy w postaci konfitur, marmolad, kompotów, marynat i kiszzonek. O metodach konserwacji żywności, a także o recepturach na konfitury, pisali w swoich dziełach starożytni kucharze, a przepisy na owe przetwory uległy niewielkim zmianom w długiej perspektywie czasu [Smakosz 2018].

Konfitury przygotowywane w gospodarstwach domowych przy użyciu sprzętów kuchennych stanowiły dodatek do ciast, kanapek czy napojów. Obecnie znaleźć je można w każdym supermarkecie, gdzie za niewielką sumę można nabyć

różnego rodzaju przetwory. Przemysł przetwórczy, próbując sprostać wymaganiom konsumentów, proponuje coraz większy wybór smaków konfitur. Znaleźć można konfitury jednoowocowe, wieloowocowe, warzywne, wysoko i niskosłodzone. Również sam proces produkcji przeniósł się z domowej kuchni na hale produkcyjne, co pozwoliło na znacznie szybsze otrzymywanie produktu gotowego oraz łatwiejszy dostęp dla konsumenta [Tylińska 2018].

Na rynku detalicznym dostępny jest szeroki asortyment smaków konfitur. Ze względu na prozdrowotne właściwości niektórych surowców, do badań wytypowano konfitury z: pigwy, figi, rokitnika oraz płatków róży. W celu porównania jakości wybranych konfitur owocowych przeprowadzono wybrane analizy fizykochemiczne bezpośrednio po zakupie i w produktach przechowywanych przez trzy miesiące.

Celem pracy była ocena porównawcza jakości wybranych wskaźników fizykochemicznych konfitur owocowych w zależności od czasu przechowywania.

W pracy przyjęto następujące hipotezy badawcze:

1. Czas przechowywania może istotnie wpływać na zmniejszanie się właściwości przeciutleniających i zmianę barwy konfitur owocowych.
2. Przechowywanie konfitur owocowych może wpływać na wzrost zawartości cukru i spadek kwasowości, witaminy C i suchej masy.

## 1. MATERIAŁ BADAWCZY

W skład materiału badawczego wchodziły konfitury z owoców figi, pigwy, rokitnika oraz z płatków róży, czterech wybranych producentów. Konfitury owocowe zostały poddane badaniom laboratoryjnym na dwóch etapach. Pierwsze analizy laboratoryjne przeprowadzono po zakupie konfitur, natomiast drugi etap badań miał miejsce po trzech miesiącach przechowywania w temperaturze pokojowej i w zacienionym miejscu. Badane konfitury były zapakowane w szklane słoiki z przezroczystego szkła. Masa netto badanych konfitur kształtowała się następująco: konfitura z figi – 370 g, pigwy – 250 g, rokitnika – 200 g i płatków róży – 240 g.

## 2. METODYKA BADAŃ

W pracy przeprowadzono następujące analizy fizykochemiczne: oznaczenie zawartości cukrów metodą Lane-Eynona [PN-A-75101-07:1990], oznaczenie zawartości witaminy C metodą Tillmansa [Kręłowska-Kułas 1993], oznaczenie kwasowości metodą wizualną [PN-A-75101-04:1990], oznaczenie suchej masy

metodą wagową [PN-A-75101-03:1990], oznaczenie aktywności przeciwutleniającej i potencjału antyoksydacyjnego oraz oznaczanie barwy kolorymetrycznie [Wilczyńska 2012].

W celu zweryfikowania postawionej hipotezy badawczej uzyskane wyniki badań fizykochemicznych wybranych konfitur owocowych poddano analizie statystycznej z zastosowaniem testu analizy wariancji pojedynczej dla wielu średnich na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Obliczono wartość statystyki  $F$  dla badanych cech i porównano je z odczytaną z tablic rozkładu  $F$  Snedecora wartością krytyczną  $F$  dla przyjętego poziomu istotności  $\alpha = 0,05$  i odpowiednich liczb stopni swobody [Stanisz 1998].

### 3. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Cukier jest istotnym składnikiem konfitur, gdyż stanowi ważny element środowiska dla powstawania żelu pektynowego. Dodatek cukru ułatwia powstawanie wiązań wodorowych między grupami hydroksylowymi łańcuchów pektynowych. Jest on zatem odpowiedzialny za poprawę struktury żelu, który ulega uelastycznieniu. Oprócz cukru znajdującego się w owocach podczas produkcji konfitur dodawana jest sacharoza. Wraz z upływem czasu dochodzi do krystalizacji cukru, co skutkuje wzrostem jego zawartości [Waszkiewicz-Robak 2005].

W tabeli 1 przedstawiono wyniki zawartości cukrów [g/100 g] w badanych konfiturach owocowych.

**Tabela 1**

Zawartość cukrów w wybranych konfiturach owocowych [g/100 g]

Konfitura	Po zakupie	Po trzech miesiącach	SD
Rokitnik	47,81	49,98	1,54
Figa	59,12	63,26	2,93
Róża	76,63	79,17	1,77
Pigwa	36,00	38,46	1,74

Źródło: badania własne.

Oznaczona zawartość cukrów w konfiturach poddanych analizie bezpośrednio po zakupie wynosiła od 36 g/100 g produktu w konfiturze z pigwy do 76,63 g/100 g produktu w konfiturze z róży. Zaobserwować więc można ponaddwukrotnie większą zawartość cukrów w konfiturze z róży. Drugą w kolejności pod względem zawartości cukru jest konfitura z figi – 59,12 g/100 g, natomiast trzecią konfitura



z rokitnika – 47,81 g/100 g. Według Cendrowskiego i Mitek zawartość cukru waha się od 65,64 do 65,88 g/100 g w zależności od producenta konfitury [Cendrowski i Mitek 2012]. Według Piłata i Zadernowskiego zawartość cukrów ogółem w koncentracie rokitnikowym wynosi około 24 g/100 g [Piłat i Zadernowski 2016].

Po trzech miesiącach przechowywania konfitur w suchym i chłodnym miejscu zaobserwowano wzrost zawartości cukru we wszystkich badanych konfiturach. Największy przyrost zawartości cukru zaobserwowano w przypadku konfitury z figi i pigwy – około 7%. Zawartość cukru w konfiturze z róży wzrosła o nieco ponad 3%, w konfiturze z rokitnika zaś – o około 4,5%.

Zgodnie z Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, producent ma obowiązek umieszczenia wartości odżywczej na opakowaniu swojego produktu [Rozporządzenie (UE) z 25 października 2011]. Jednym z badanych w konfiturach parametrów był cukier, którego zawartość można było porównać z deklaracją producenta. Oznaczona zawartość cukrów ogółem była mniejsza od zawartości deklarowanych przez producentów na opakowaniach badanych konfitur: w przypadku konfitury z róży o 1,73%, z figi o 0,2%, z rokitnika o 10,06% i w konfiturze z pigwy o 5,88%.

Obecność witaminy C jest niezwykle ważna w przetworach owocowych, gdyż charakteryzuje się dużą aktywnością przeciwutleniającą. Ze względu na obecność produktów powstałych podczas rozkładu antocyjanów bądź też przez nieenzymatyczne utlenianie, witamina C może intensyfikować rozkład barwników. W przypadku, gdy stężenie kwasu askorbinowego jest wyższe od stężenia antocyjanów, może on wzmacniać ich degradację. Przechowywanie półkoncentratów oraz koncentratów powoduje spadek zawartości witaminy C [Kalisz i Kurowska 2005]. Spadek jej zawartości powodowany jest przez zetknięcie się produktu z tlenem podczas rozdrabniania produktów czy otwarcia opakowania [Gronowska-Senger 2018].

Wyniki zawartości witaminy C w konfiturach bezpośrednio po zakupie i przechowywanych przez trzy miesiące przedstawiono w tabeli 2.

**Tabela 2**

Zawartość witaminy C w wybranych konfiturach owocowych [mg/100 g]

Konfitura	Po zakupie	Po trzech miesiącach	SD
Rokitnik	110,60	65,11	32,17
Figa	5,25	2,89	1,67
Róża	144,91	85,53	41,98
Pigwa	66,00	43,38	15,99

Źródło: badania własne.

Oznaczana zawartość witaminy C w badanych konfiturach po zakupie wahała się w granicach od 5,25 mg/100 g w przypadku konfitury z figi do 144,91 mg/100 g w przypadku konfitury z róży. Jest to niemal 30-krotna różnica zawartości witaminy C w badanych przetworach. Konfitura z rokitnika zawierała zbliżoną ilość kwasu askorbinowego do konfitury z róży – 110,60 mg/100 g, natomiast przetwór z pigwy miał jej o połowę mniej – 66,0 mg/100 g. Okres przechowywania badanych konfitur wpłynął na zmniejszenie zawartości witaminy C. Według Kuźniara i innych zawartość witaminy C w przetworach z róży kształtuje się w granicach 185 mg/100 g produktu [Kuźniar i in. 2017]. Badana konfitura z rokitnika miała znacznie większą zawartość witaminy C niż w przypadku konfitury z rokitnika, opisanej przez Wilczyńską i Stenkę [Wilczyńska i Stenka 2017]. W pracy ww. autorów konfitura z rokitnika zawierała 17,5 mg witaminy C na 100 g.

Po trzech miesiącach przechowywania konfitur w temperaturze pokojowej zauważono wyraźny spadek zawartości witaminy C w każdej z badanych konfitur. W przypadku konfitury z rokitnika oraz róży zawartość kwasu askorbinowego zmalała o około 40%. W przypadku konfitury z figi był to spadek wielkości 45%. Najmniejszą zmianę zaobserwowano w konfiturze z pigwy, była to redukcja na poziomie około 35%. Zmniejszenie się zawartości kwasu askorbinowego w przetworach owocowych w czasie przechowywania zaobserwowali także Cendrowski i inni [Cendrowski, Mitek i Ścibisz 2011].

Kwasowość ogólna stanowi bardzo istotny wskaźnik jakościowy przetworów owocowych. W owocach występują hydrokwasy: kwas jabłkowy, cytrynowy, winowy oraz bursztynowy. Kwasowość podawana jest w przeliczeniu na procentową zawartość kwasu, który dominuje w produkcie. Kwas ten może być dodany bądź występować naturalnie. W czasie przechowywania kwasowość produktu maleje [Świderski i Waszkiewicz-Robak 2010].

W tabeli 3 przedstawiono wyniki kwasowości ogólnej badanych konfitur owocowych.

Tabela 3

Kwasowość ogólna w przeliczeniu na kwas cytrynowy  
w wybranych konfiturach owocowych [g/100 g]

Konfitura	Po zakupie	Po trzech miesiącach	SD
Rokitnik	2,38	1,96	0,30
Figa	0,25	0,19	0,04
Róża	0,31	0,25	0,04
Pigwa	2,09	1,73	0,25

Źródło: badania własne.

Kwasowość ogólna, oznaczana w konfiturach badanych po zakupie, wahała się od 0,25 g/100 g w konfiturze z figi do 2,38 g/100 g w konfiturze z rokitnika. Kwasowość w konfiturze z pigwy wynosiła 2,09 g/100 g, natomiast konfitura z róży charakteryzowała się kwasowością na poziomie 0,31 g/100 g. Wyniki powyższej analizy dla konfitury z róży znajdują potwierdzenie w pracy Cendrowskiego i Mitek, którzy w swoich analizach wykazali, że kwasowość ogólna w konfiturach z płatków róży owocowej wynosi od 0,31 do 0,61 g/100 g oraz maleje w czasie przechowywania [Cendrowski i Mitek 2012]. Kwasowość konfitury z rokitnika jest porównywalna z kwasowością oznaczoną przez Piłata i Zadernowskiego [Piłat i Zadernowski 2016]. Kwasowość w konfiturze z rokitnika i pigwy była zgodna z wymaganiami polskiej normy i wynosiła nie więcej niż 0,7%. Konfitura z róży i figi nie spełniała wymagań polskiej normy [PN-A-75115:2001].

W przypadku każdej z badanych konfitur zaobserwowano spadek kwasowości w czasie przechowywania po trzech miesiącach w temperaturze pokojowej. Największy spadek kwasowości nastąpił w przypadku konfitury z figi – 24,20%. Kwasowość w pozostałych konfiturach zmalała o około 18%.

Jedną z podstawowych cech decydujących o jakości produktów jest zawartość wody. Wpływa ona na wartość odżywczą, jak i na przydatność przechowalniczą danego wyrobu. Wraz ze wzrostem procentowej zawartości wody maleje ilość istotnych składników odżywczych: białek, węglowodanów oraz tłuszczów, natomiast zwiększa się możliwość rozwoju drobnoustrojów, a tym samym maleje czas przechowywania takiego produktu bez odpowiedniej obróbki technologicznej. Pojęcie wody jest ściśle związane z zagadnieniem suchej masy, która stanowi pozostałość produktu po usunięciu z niego wody. Podczas tego procesu dochodzi do ulatniania się niektórych substancji, m.in. olejków eterycznych, lotnych kwasów oraz niektórych alkoholi [Gronowska-Senger 2018].

Zawartość suchej masy w wybranych konfiturach przedstawiono w tabeli 4.

**Tabela 4**

Zawartość suchej masy w wybranych konfiturach owocowych [%]

Konfitura	Po zakupie	Po trzech miesiącach	SD
Rokitnik	72,68	63,47	6,51
Figa	71,54	65,79	4,07
Róża	74,08	72,07	1,42
Pigwa	41,08	39,88	0,85

Źródło: badania własne.

Oznaczana sucha masa w badanych konfiturach po zakupie wahała się od 41,08% dla konfitury z pigwy do 74,08% w przypadku konfitury z róży. Sucha masa konfitur z rokitnika, figi i róży była bardzo zbliżona, oscylując w granicach 70%. Konfitura z pigwy miała najmniejszą zawartość suchej masy (41,08%), której wartość była mniejsza o 45% od pozostałych zawartości suchej masy w badanych konfiturach. Po trzech miesiącach przechowywania zawartość suchej masy w badanych konfiturach zmalała.

Największy spadek zawartości suchej masy po czasie przechowywania zaobserwowano w konfiturze z rokitnika – 12,68%. W konfiturze z figi zawartość suchej masy zmniejszyła się o 8,04%, natomiast w konfiturze z pigwy i róży o niecałe 3%. Korus i inni w swojej pracy przedstawiają wyniki świadczące o niewielkim ubytku suchej masy podczas przechowywania owoców w żelu, które są zbliżonym produktem do analizowanych konfitur [Korus, Lisiewska i Kmiecik 2007].

Owoce są źródłem naturalnych przeciwutleniaczy, dzięki czemu stanowią ważny składnik przemysłu spożywczego, który coraz bardziej skupia się na właściwościach prozdrowotnych żywności. Podczas przetwarzania i przechowywania produktów, gdzie zachodzą przemiany związków polifenolowych oraz antocyjanów, dochodzi do zmniejszenia właściwości przeciwutleniających. Na spadek ten wpływ ma zarówno temperatura, jak i czas przechowywania. Zawartość cukru zaś działa hamująco na zmniejszenie właściwości przeciwutleniających, ze względu na jego stabilizujące działanie [Ścibisz i Mitek 2005].

Absorbancja, oznaczona w konfiturach badanych po zakupie, wahała się od 42,92% dla konfitury z figi do 96,08% dla konfitury z pigwy. Różnica między absorbancją dla wymienionych konfitur wyniosła zatem ponad 50%. Również konfitury z rokitnika (94,50%) i róży (95,39%) charakteryzują się wysokim poziomem absorbancji, zbliżonym do konfitury z pigwy (96,08%) (tab. 5).

Tabela 5

Absorbancja w wybranych konfiturach [%]

Konfitura	Po zakupie	Po trzech miesiącach	SD
Rokitnik	94,50	93,72	0,55
Figa	42,92	21,39	15,22
Róża	95,39	94,40	0,70
Pigwa	96,08	95,25	0,59

Źródło: badania własne.

Po przechowywaniu konfitur przez trzy miesiące aktywność przeciwutleniająca zmalała. Wyniki absorbancji w przypadku konfitury z rokitnika są zbliżone do wyników przedstawionych w pracy Wilczyńskiej i Stenki, gdzie absorbancja wynosi 100% [Wilczyńska i Stenka 2017].

W czasie przechowywania w przypadku każdej z konfitur zaobserwowano spadek absorbancji. W konfiturach z rokitnika, róży oraz pigwy jest on niewielki i wynosi około 1%, natomiast w konfiturze z figi absorbancja zmalała o ponad 50%.

Zawartość polifenoli w poszczególnych konfiturach po zakupie znacznie się różniła. W przypadku figi było to niewiele ponad 1 mg GAE/100 g, podczas gdy konfitury z róży i pigwy miały ponad 200 mg GAE/100 g produktu. Również konfitura z rokitnika charakteryzowała się dużą zawartością polifenoli – 152,755 mg GAE/100 g produktu (tab. 6).

**Tabela 6**

Zawartość polifenoli w wybranych konfiturach owocowych [mg GAE/100 g produktu]

Konfitura	Po zakupie	Po trzech miesiącach	SD
Rokitnik	152,75	196,32	30,81
Figa	1,07	23,26	15,69
Róża	> 200	> 200	0
Pigwa	> 200	> 200	0

Źródło: badania własne.

W konfiturach z rokitnika oraz figi zaobserwować można znaczny wzrost zawartości polifenoli podczas trzymiesięcznego okresu przechowywania. W przypadku rokitnika jest to przyrost o około 28%, natomiast w przypadku figi zawartość polifenoli wzrosła aż 23-krotnie. Jak wynika z danych krzywej wzorcowej, zawartość polifenoli wynosi ponad 200 mg GAE/100 g produktu. Wyniki dla konfitury z rokitnika są zbliżone do wyników przedstawionych w pracy Wilczyńskiej i Stenki, gdzie zawartość polifenoli kształtowała się na poziomie 178,25 mg GAE/100 g [Wilczyńska i Stenka 2017].

Barwa stanowi jedno z podstawowych kryteriów jakości przetworów, takich jak konfitury czy dżemy. Podczas przechowywania w temperaturze pokojowej następuje znaczna zmiana barwy. Powoduje to negatywne oceny konsumentów tych produktów. Barwa dżemów oraz konfitur zależy od obecności barwników antocyjanowych oraz związków o purpurowej oraz brunatnej barwie, które powstają w czasie degradacji, polimeryzacji czy podczas nieenzymatycznego brunatnienia. Niezwykle istotne dla stabilności związków antocyjanowych są warunki

temperaturowe, ponieważ wraz ze wzrostem temperatury rośnie tempo destrukcji antocyjanów [Cendrowski i in. 2011].

W tabeli 7 przedstawiono parametry barwy oznaczone metodą kolorymetryczną w wybranych konfiturach owocowych.

Tabela 7

Parametry barwy w wybranych konfiturach owocowych

Konfitura	Po zakupie			Po trzech miesiącach		
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$L^*$	$a^*$	$b^*$
Rokitnik	24,76	6,42	11,04	24,10	6,19	9,88
Figa	22,76	0,18	4,74	26,56	0,85	8,41
Róża	23,48	6,57	5,70	24,36	5,89	5,89
Pigwa	31,08	5,94	20,84	33,71	4,65	21,04

$L^*$  – jasność,  $a^*$  – barwa od zielonej do magnety,  $b^*$  – barwa od niebieskiej do żółtej.

Źródło: badania własne.

Wartość parametru  $L^*$  (jasność) w przypadku konfitur poddanych analizie po zakupie wahała się od 22,76 w konfiturze z figi do 31,08 w konfiturze z pigwy. Parametr  $L^*$  dla konfitury z róży przyjmował wartość 23,48, natomiast dla konfitury z rokitnika – 24,76. Najwyższą wartością parametru  $a^*$ , która odpowiada za czerwoność barwy, charakteryzowała się konfitura z róży (6,57). Bardzo zbliżona wartość wystąpiła w konfiturze z rokitnika, gdzie parametr  $a^*$  miał wartość 6,42. W przypadku konfitury z pigwy parametr  $a^*$  przyjął wartość 5,94, natomiast dla konfitury z figi zaledwie 0,18. Najbardziej żółtą barwą charakteryzowała się konfitura z pigwy, dla której parametr  $b^*$  przyjął wartość 20,84. Drugą w kolejności była konfitura z rokitnika (11,04), kolejną – konfitura z róży (5,70), najniższą zaś wartością parametru  $b^*$  charakteryzowała się konfitura z figi (4,74).

W czasie przechowywania zaobserwowano zmiany poszczególnych parametrów. W przypadku konfitury z rokitnika wartość każdego z parametrów uległa redukcji, natomiast dla konfitury z figi wzrosła. W przypadku konfitury z róży i pigwy zaobserwowano wzrost parametru  $L^*$  oraz  $b^*$ , natomiast parametr  $a^*$  uległ zmniejszeniu. W konfiturze z róży wartość parametrów barwy była zbliżona do wyników podawanych przez Cendrowskiego i Mitek [Cendrowski i Mitek 2012]. Wyniki analizy konfitury z rokitnika znajdują potwierdzenie w pracy Wilczyńskiej i Stenki, których badania wykazały zbliżone parametry  $L^*$ ,  $a^*$  oraz  $b^*$  [Wilczyńska i Stenka 2017].

Barwa poddanych analizie konfitur w trakcie przechowywania uległa zmianie w różnym stopniu (tab. 8). Największą różnicę zaobserwować można w przypadku

konfitury z figi, gdzie współczynnik zmiany barwy  $\Delta E$  wynosił 28,33, co oznacza, iż zmiana była wyraźnie widoczna i obserwator odnosił wrażenie dwóch różnych barw. Znaczącą różnicę zaobserwowano w przypadku przetworu z pigwy, gdzie  $\Delta E$  równa jest 8,59. W obu tych przypadkach  $\Delta E > 5$ . Mniej wyraźną zmianą charakteryzują się konfitura z rokitnika oraz róży, gdzie współczynnik zmiany barwy mieści się w granicach:  $1 < \Delta E < 2$ , co oznacza, iż różnicę zauważa jedynie doświadczony obserwator.

**Tabela 8**

Współczynnik zmiany barwy w wybranych konfiturach owocowych

Konfitura	$\Delta E$
Rokitnik	1,83
Figa	28,33
Róża	1,28
Pigwa	8,59

Źródło: badania własne.

Przy zastosowaniu testu analizy wariancji jednoczynnikowej zinterpretowano wyniki oznaczeń fizykochemicznych w badanych konfiturach owocowych.

W tabeli 9 zaprezentowano wyniki analizy statystycznej.

**Tabela 9**

Wyniki analizy statystycznej badanych wskaźników fizykochemicznych

Oznaczenia fizykochemiczne	Wartość statystyki $F$	Test $F_{(1,6)}$
Zawartość cukru	0,05	5,987
Zawartość witaminy C	0,86	5,987
Kwasowość ogólna	0,09	5,987
Zawartość suchej masy	0,18	5,987
Aktywność przeciwutleniająca	0,07	5,987
Polifenole	0,065	5,987

Źródło: badania własne.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ czasu przechowywania na badane wskaźniki fizykochemiczne w konfiturach owocowych.

## WNIOSKI

1. Po przeprowadzonej analizie statystycznej i pozytywnym przyjęciu hipotez badawczych wykazano istotny wpływ czasu przechowywania na zmniejszenie się właściwości przeciwutleniających i zmianę barwy konfitur owocowych. Wykazano również znaczący wpływ przechowywania na badane wskaźniki fizykochemiczne w konfiturach owocowych.
2. Przeprowadzone analizy fizykochemiczne po trzech miesiącach przechowywania konfitur owocowych wykazały wzrost zawartości cukrów i spadek poziomu kwasowości, witaminy C i suchej masy.
3. W trakcie przechowywania uległa zmianie barwa konfitur w różnym stopniu, najbardziej widoczną różnicę zaobserwowano w przypadku konfitury z figi i pigwy.
4. Zaobserwowano odwrotną zależność między aktywnością przeciwutleniającą w badanych konfiturach a zawartością polifenoli w trakcie przechowywania: zdolność zmiatania wolnych rodników zmalała, natomiast zawartość polifenoli wzrosła.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cendrowski A., Gasik A., Mitek M., Ścibisz I., *Wpływ warunków przechowywania na barwę dżemów z owoców kolorowych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, 1(74), s. 99–111.
2. Cendrowski A., Mitek M., *Wpływ przechowywania na wybrane parametry jakościowe konfitur z płatków róży owocowej*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2012, 570, s. 7–18.
3. Cendrowski A., Mitek M., Ścibisz I., *Wpływ warunków przechowywania na zawartość hydroksymetylofurfuralu, furfuralu i kwasu askorbinowego w dżemach z owoców jagodowych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, 6(79), s. 155–166.
4. Gronowska-Senger A., *Analiza żywności. Zbiór ćwiczeń*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2018.
5. Kalisz S., Kurowska M., *Zmiany zawartości związków fenolowych i witaminy C w sokach i półkoncentratkach truskawkowych w czasie ich przechowywania*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, 2(43), s. 62–71.
6. Korus A., Lisiewska Z., Kmiecik W., *Ocena jakości brzoskwiń w żelu konserwowanych kwasem sorbowym – w zależności od warunków przechowywania*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, 1(50), s. 113–123.
7. Krelowska-Kułas M., *Badanie jakości produktów spożywczych*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1993.



8. Kuźniar P., Gorzelany J., Lenik j., Migut D., Witek G., *Wpływ temperatury na właściwości reologiczne syropów z płatków i owoców róży*, Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego, 2017, 1(21), s. 24–28.
9. Piłat B., Zadernowski R., *Wartość odżywcza i przydatność owoców rokitnika do produkcji soków*, UWM, 2016, s. 1–18.
10. PN-A-75115:2001, *Produkty owocowe. Konfitury*.
11. PN-90 A-75101/07:1990, *Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego*.
12. PN-90 A-75101/04:1990, *Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej*.
13. PN-90 A-75101/03:1990, *Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową*.
14. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności.
15. Smakosz K., *Metody konserwacji żywności oraz receptury na konfitury zawarte w "Traité des fardements et des confitures" (Lyon, 1522) autorstwa Michela de Nostredame*, Wrocław 2018.
16. Stanisław A., *Przystępny kurs statystyki*, StatSoft Polska, Kraków 1998.
17. Ścibisz I., Mitek M., *Aktywność przeciwutleniająca i zawartość związków fenolowych w dżemach otrzymanych z owoców borówki wysokiej (Vaccinium corymbosum L.) oraz ich zmiany podczas przechowywania*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, 2(43), s. 210–221.
18. Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B., *Towaroznawstwo żywności przetworzonej z elementami technologii*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2010.
19. Tylińska O., *Domowe konfitury odkrywane na nowo*, Poradnik Handlowca, 2018, 6, s. 112–115.
20. Waszkiewicz-Robak B., *Pektyny i ich zastosowanie w przemyśle spożywczym*, Kierunek Spożywczy, 2005, 4, s. 25–27.
21. Wilczyńska A., *Jakość miódów w aspekcie czynników wpływających na ich właściwości przeciwutleniające*, rozprawa habilitacyjna, Akademia Morska w Gdyni, Gdynia 2012.
22. Wilczyńska A., Stenka B., *Ocena wybranych parametrów fizykochemicznych owoców i przetworów z rokitnika*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 2017, 98(4), s. 340–344.

## INFLUENCE OF STORAGE ON SELECTED QUALITY PARAMETERS OF FRUIT PRESERVES

**Abstract:** The aim of the study was to compare the quality of selected physical and chemical indicators of fruit preserves depending on storage time. The research material included fruit preserves of four selected producers, made from figs, quinces, sea-buckthorn and rose petals. Fruit preserves has been subjected to laboratory tests at two stages: after purchase and after a period of three months of storage. After a statistical analysis and positive verification of research hypotheses, a significant impact of storage time on a decrease in antioxidant properties and a change in the color of fruit preserves was demonstrated. An increase in sugar content and a decrease in acidity, vitamin C and dry matter level was shown. During storage, the color of preserves changed to a different degree, with the most visible difference observed in the case of fig and quince preserve. An inverse relationship was observed between the antioxidant activity in the tested preserves and the content of polyphenols during storage, i.e. the ability to scavenge of free radicals decreased, while the content of polyphenols increased.

**Keywords:** fruit preserves, storage time, quality parameters.



# **PORÓWNANIE JAKOŚCI CIASTEK CHOCOLATE CHIP COOKIES PRODUKOWANYCH TRADYCYJNIE I PRZEMYSŁOWO**

**Marzena DANOWSKA-OZIEWICZ, Anna DRASZANOWSKA, Mateusz IZAJASZ,  
Lidia KURP, Agnieszka NARWOJSZ, Mirosława KARPIŃSKA-TYMOSZCZYK**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności,  
Katedra Żywienia Człowieka, e-mail: anna.draszanowska@uwm.edu.pl

**Streszczenie:** W pracy dokonano porównania jakości ciastek typu *chocolate chip cookies*, przygotowanych według receptury tradycyjnej oraz ich wybranych odpowiedników handlowych produkowanych przemysłowo. Badane wyroby cukiernicze charakteryzowały się zróżnicowanymi cechami sensorycznymi oraz fizykochemicznymi: zawartością i aktywnością wody, parametrami barwy ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), a także teksturą określoną instrumentalnie. Produkt handlowy B był bardziej zbliżony do ciastek tradycyjnych pod względem cech fizykochemicznych, natomiast oba produkty handlowe cechowały się lepszym wyglądem i aromatem oraz gorszym smakiem niż wyrób tradycyjny.

**Słowa kluczowe:** ciastka, jakość, barwa, tekstura, cechy sensoryczne.

## **WSTĘP**

Wyroby cukiernicze w postaci ciastek są powszechnie spożywane na całym świecie i stanowią źródło energii, zawierają błonnik, witaminy (głównie z grupy B) oraz związki mineralne. Mogą być atrakcyjnym materiałem wyjściowym, wzbogacanym w cenne żywieniowo składniki bioaktywne, występujące w mąkach różnego pochodzenia, orzechach, wytlókach z owoców czy też ziarnach i nasionach [Kozłowicz 2010; Zucco, Borsuk i Arntfield 2011; Inglett, Chen i Liu 2014; Tańska i in. 2016; Loza i in. 2017; Kuchtová i in. 2018]. W produkcji ciastek stosowane są także różne tłuszcze i zamienniki tłuszczu, które pozwalają na modyfikację szczególnie tekstury i smakowości wyrobów oraz mogą wpływać na ich wartość odżywczą, w tym wartość kaloryczną [Zoulias, Oreopoulou i Tzia 2002; Jacob i Leelavathi 2007; Żbikowska, Rutkowska i Marcinkiewicz 2009; Arifin i in. 2010; Wirkowska-Wojdyła i in. 2015; Colla, Costanzo i Gamlath 2018].

Wiele wyrobów cukierniczych, obecnie produkowanych w warunkach przemysłowych i dostępnych na rynku polskim i rynkach światowych, wywodzi się z receptur produktów tradycyjnych, pierwotnie sporządzanych w warunkach domowych. Przykładem takiego wyrobu są kruche ciastka zawierające kawałki czekolady,

a także rodzyнки czy orzechy. Produkty te obecne są na rynku polskim od stosunkowo niedawna, natomiast niewątpliwie inspirowane są ciastkami o nazwie *Chocolate Chip Cookies*, stworzonymi w latach 30. XX wieku przez Ruth Wakefield. Właścicielka zajazdu i restauracji „The Toll House Inn” w stanie Massachusetts stworzyła ciastka, które najpierw podbiły rynek lokalny, a następnie ogóln amerykański. Receptura *chocolate chip cookies* po raz pierwszy została opublikowana w wydanej w 1938 roku wersji książki kucharskiej *Toll House Tried and True Recipes*, napisanej przez Ruth Wakefield. Ciastka nosiły nazwę *Toll House Chocolate Crunch Cookie*. Receptura ciastek wkrótce została odkupiona przez koncern Nestle, który spopularyzował je wśród konsumentów na całym świecie [[https://en.wikipedia.org/wiki/Ruth\\_Graves\\_Wakefield](https://en.wikipedia.org/wiki/Ruth_Graves_Wakefield); <https://www.nytimes.com/2018/03/21/obituaries/overlooked-ruth-wakefield.html>]. Obecnie wielu producentów wyrobów cukierniczych ma w swojej ofercie ciastka o zbliżonym składzie recepturowym.

Celem pracy było porównanie jakości ciastek typu *chocolate chip cookies*, przygotowanych według tradycyjnej receptury oraz ich wybranych odpowiedników handlowych produkowanych przemysłowo, dostępnych na rynku polskim.

## 1. MATERIAŁ I METODYKA

### 1.1. Przygotowanie materiału badawczego

Ciastka tradycyjne sporządzono według oryginalnej receptury opracowanej przez Ruth Wakefield [<https://www.nytimes.com/2018/03/21/obituaries/overlooked-ruth-wakefield.html>]. Jako składniki recepturowe wykorzystano mąkę pszenną typ 500 (281 g), masło ekstra (227 g), cukier biały (150 g), cukier brązowy (146 g), czekoladę *Nestle Toll House Semi-Sweet Morsels* (397 g), orzechy laskowe (109 g), proszek do pieczenia (5 g), ekstrakt z wanilii (5 ml), sól (5 g), wodę (5 ml). Po wymieszaniu składników kęsy ciasta o masie 25 g poddawano wypiekowi w temperaturze 190°C przez około 12 minut (piec cukierniczy HP5, Retigo, Rožnov pod Radhoštěm, Czechy). Materiał porównawczy stanowiły dwa rodzaje podobnych ciastek produkowanych przemysłowo i dostępnych w handlu detalicznym (produkty A i B).

### 1.2. Oznaczanie zawartości wody

Próbki trzech ciastek z każdego rodzaju wyrobów rozdrobniono w młynkach laboratoryjnych, po czym pobrano naważki o masie 5 g z dokładnością 0,001 g, które umieszczono w naczynkach wagowych. Proces suszenia prowadzono

w temperaturze 105°C do uzyskania stałej masy [Krełowska-Kułas 1993]. Oznaczenie wykonywano w trzech powtórzeniach dla każdej próbki.

### 1.3. Oznaczanie aktywności wody

Aktywność wody ( $a_w$ ) ciastek mierzono w temperaturze 20°C przy użyciu analizatora AWC 203-C (Novasina, Pfäffikon, Szwajcaria). W tym celu rozdrobione próbki umieszczano w naczynkach pomiarowych analizatora, który wcześniej był wykalibrowany z użyciem zestawu soli kalibracyjnych firmy Novasina. Pomiar wykonywano w trzech powtórzeniach.

### 1.4. Instrumentalny pomiar parametrów barwy

Instrumentalny pomiar parametrów barwy wykonano przy użyciu kolorymetru Konica Minolta CR-400 (Osaka, Japonia) z obszarem pomiarowym o średnicy 8 mm. Pomiaru dokonywano w temperaturze otoczenia ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) na pięciu ciastkach każdego rodzaju w trzech różnych miejscach (w sumie 15 pomiarów dla każdej próbki). Kalibrację aparatu przeprowadzono przy użyciu białej płytki kalibracyjnej o wartościach  $Y = 89,3$ ,  $x = 0,3159$ ,  $y = 0,3225$ . Parametry barwy mierzono w przestrzeni CIE  $L^* a^* b^*$ , uzyskując wartości parametru  $L^*$  – jasność barwy (w zakresie od 0 – barwa czarna do 100 – barwa biała), parametru  $a^*$  – czerwoność barwy (wartości ujemne – barwa zielona, wartości dodatnie – barwa czerwona) oraz parametru  $b^*$  – żółtość barwy (wartości ujemne – barwa niebieska, wartości dodatnie – barwa żółta). Pomiar wykonywano, stosując iluminant D 65 i standardowy obserwator 2°. Na podstawie uzyskanych wartości  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  wyliczono dodatkowo parametr  $C^*$  – nasycenie barwy (1), parametr  $h^\circ$  – ton barwy (2) oraz ogólną różnicę barwy  $\Delta E^*$  (3) [López i in. 2007]:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (1)$$

$$h^\circ = \arctan \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad (2)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad (3)$$

gdzie  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  – różnica między odpowiednimi parametrami barwy wyrobów handlowych oraz wyrobu przygotowanego w sposób tradycyjny.

## 1.5. Instrumentalna analiza tekstury

Pomiaru tekstury dokonano przy użyciu analizatora tekstury TA.XTplus Stable Micro System (Surrey, Wielka Brytania) wyposażonego w głowicę 50 kg. Pomiar siły cięcia przeprowadzono z użyciem elementu tnącego typu Warnera-Bratzlera (mod. HDP/BS). Badaniu poddano po cztery próbki ciastek produkowanych przemysłowo oraz siedem próbek wyrobu własnego. Próbkę do cięcia umieszczano centralnie pod ostrzem noża. Mierzono maksymalną siłę (N) wymaganą do przecięcia próbki.

Zastosowane warunki pomiaru to: siła 5 g, prędkość w czasie testu  $0,5 \text{ mm s}^{-1}$ , odległość 30 mm [Piga i in. 2005]. Uzyskane wyniki siły cięcia rejestrowano komputerowo z wykorzystaniem programu Texture Expert version 1.22.

## 1.6. Ocena sensoryczna

Ocenę sensoryczną przeprowadzono w odpowiednio zaprojektowanej i wyposażonej pracowni analiz sensorycznych.

**Tabela 1**

Skala oceny sensorycznej wyrobów metodą stopniowania

Cecha	3	2	1
Wygląd	Kształt regularny, okrągły, barwa złotobrazowa do brunatnej, widoczne kawałki czekolady, równomiernie wypieczone, niepołamane	Kształt lekko nieregularny, barwa zbyt jasna lub ciemnobrunatna, słabo widoczne dodatki, nierównomiernie wypieczone	Kształt nieregularny, niedostatecznie wypieczone, przypalone, barwa nietypowa, niewidoczne dodatki
Zapach	Wyczuwalny aromat wanilii/czekolady/orzechów	Słabo wyczuwalny aromat wanilii/czekolady/orzechów	Niewyczuwalny/zbyt intensywny aromat wanilii/ czekolady/ orzechów
Tekstura (kruchosc)	Odpowiednio kruche, nie za twarde, wyczuwalne kawałki czekolady, czekolada rozplýwa się w ustach	Nieco zbyt kruche, nieco zbyt twarde, słabo wyczuwalne kawałki czekolady, czekolada słabo rozpuszcza się w ustach	Zbyt twarde, zbyt kruche, niewyczuwalne kawałki czekolady, czekolada nie rozplýwa się w ustach
Smak	Odpowiednio słodkie, wyczuwalny smak czekolady, orzechów	Nieco zbyt słodkie, nieco za mało słodkie, słabo wyczuwalny smak czekolady i orzechów	Zbyt słodkie, za mało słodkie, niewyczuwalny smak czekolady i orzechów

Źródło: opracowanie własne.

Ocenę przeprowadzono w temperaturze pokojowej przy oświetleniu fluorescencyjnym. Panel oceniający składał się z 20 osób o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, doświadczonych w ocenie sensorycznej tego typu produktów. Obejmował studentów oraz pracowników Katedry Żywienia Człowieka Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Zakodowane próbki podawano oceniającym na jednakowych białych porcelanowych talerzach. W czasie oceny do neutralizacji smaku między próbkami podawano wodę. Oceny sensorycznej dokonano przy użyciu metody stopniowania z wykorzystaniem 3-stopniowej skali werbalno-liczbowej [Baryłko-Pikielna i Matuszewska 2009]. Oceniano następujące wyróżniki: wygląd, zapach, teksturę (kruchosć) i smak. Skala oceny obejmowała trzy stopnie jakości: od najbardziej pożądanej – 3, do niewłaściwej, odbiegającej od typowej dla produktu – 1 (tab. 1). Każdemu wyróżnikowi jakości przyporządkowano współczynnik ważkości ze względu na jego znaczenie w ocenie ogólnej wyrobów (wygląd – 0,3; zapach – 0,2; tekstura – 0,2; smak – 0,3).

### 1.7. Analiza statystyczna wyników

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica 12.0 (StatSoft Inc., USA). Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji. Istotność różnic pomiędzy wartościami średnimi analizowanych wskaźników jakości określono przy użyciu testu Tukeya (HSD dla jednakowych oraz nierównych liczebności) przy  $p < 0,05$ .

## 2. WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiono w tabeli 2. Zawartość wody w ocenianych wyrobach była istotnie zróżnicowana. Ciastka przygotowane według receptury tradycyjnej charakteryzowały się najwyższą zawartością wody (5,67%), natomiast produkty handlowe wykazywały zawartość wody na poziomie 3,62% (produkt A) oraz 5,37% (produkt B). Wszystkie uzyskane wartości były wyższe w porównaniu z badaniami Loza i in. [2017], w których wartość ta wynosiła 1,88% w przypadku ciastek z dodatkiem mąki bananowej i nasion sezamu. Z kolei ciastka, w których zastąpiono część cukru inuliną lub erytrole, cechowały się zawartością wody w zakresie od 3,92% w wyrobie kontrolnym do 5,62% w wyrobie z substytucją 25% cukru erytrole [Laguna i in. 2013].

Aktywność wody definiowana jest jako miara stanu energetycznego wody zawartej w materiale i jej dostępności do działania jako rozpuszczalnik, a także jej uczestniczenia w przebiegu reakcji chemicznych i biochemicznych oraz rozwoju drobnoustrojów [Fontana 2000]. W przeprowadzonych badaniach aktywność wody

ciastek tradycyjnych (0,500) była istotnie wyższa niż wyrobów handlowych (0,305 i 0,397, odpowiednio dla wyrobów A i B), jednakże wszystkie analizowane próbki wykazywały aktywność wody ograniczającą możliwość rozwoju drobnoustrojów [Inglett, Chen i Liu 2014]. Można zatem przypuszczać, że trwałość wyrobów przygotowanych według receptury tradycyjnej, przy zastosowaniu podobnych materiałów opakowaniowych, byłaby zbliżona do ciastek wytwarzanych przemysłowo.

**Tabela 2**

Cechy fizykochemiczne oraz sensoryczne ciastek *chocolate chip cookies* przygotowanych według receptury tradycyjnej oraz produkowanych przemysłowo

Cecha	Wyrób tradycyjny	Produkt handlowy A	Produkt handlowy B
Zawartość wody [%]	5,67 <sup>c</sup> ±0,03	3,62 <sup>a</sup> ±0,13	5,37 <sup>b</sup> ±0,03
Aktywność wody	0,500 <sup>c</sup> ±0,004	0,305 <sup>a</sup> ±0,002	0,397 <sup>b</sup> ±0,001
Parametry barwy			
L*	40,39 <sup>a</sup> ±4,85	55,05 <sup>c</sup> ±4,44	50,02 <sup>b</sup> ±3,65
a*	9,91 <sup>c</sup> ±0,58	5,42 <sup>a</sup> ±1,16	7,94 <sup>b</sup> ±0,56
b*	26,49 <sup>a</sup> ±1,98	34,95 <sup>b</sup> ±7,33	26,19 <sup>a</sup> ±1,06
Nasylenie	28,30 <sup>a</sup> ±1,90	35,48 <sup>b</sup> ±6,84	27,37 <sup>a</sup> ±1,01
Ton barwy	69,42 <sup>a</sup> ±1,64	79,62 <sup>b</sup> ±9,30	73,12 <sup>a</sup> ±1,32
Δ E*	-	16,01 <sup>a</sup> ±0,19	8,07 <sup>b</sup> ±0,12
Siła cięcia [N]	116,39 <sup>b</sup> ±35,76	29,97 <sup>a</sup> ±3,28	102,78 <sup>b</sup> ±29,53
Wygląd [pkt]	2,35 <sup>a</sup> ±0,27	2,55 <sup>ab</sup> ±0,23	2,90 <sup>b</sup> ±0,10
Zapach [pkt]	2,10 <sup>a</sup> ±0,30	2,60 <sup>b</sup> ±0,25	2,35 <sup>ab</sup> ±0,35
Tekstura [pkt]	2,10 <sup>a</sup> ±0,41	2,85 <sup>b</sup> ±0,15	2,25 <sup>a</sup> ±0,33
Smak [pkt]	2,75 <sup>b</sup> ±0,17	2,65 <sup>b</sup> ±0,25	2,30 <sup>a</sup> ±0,23
Ocena ogólna [pkt]	2,37 <sup>a</sup> ±0,23	2,65 <sup>b</sup> ±0,24	2,48 <sup>a</sup> ±0,28

a, b, c – wartości oznaczone w wierszach różnymi literami różnią się istotnie statystycznie przy  $p < 0,05$ .

Źródło: badania własne.

Piga i in. [2005] wskazują na związek aktywności wody z krystalizacją sacharozy podczas przechowywania ciastek, co może z kolei wpływać na ich wewnętrzną strukturę i w efekcie ich twardnienie podczas przechowywania. Uzyskane w badaniach wartości aktywności wody ( $a_w$ ) porównywalne były z wartościami odnotowanymi przez innych autorów. W doświadczeniu przeprowadzonym przez Perry i in. [2003] tradycyjne ciastka *chocolate chip* charakteryzowały się aktywnością wody na poziomie 0,33, podczas gdy w badaniach



zrealizowanych przez Frost, Adhikari i Lewis [2011] wynosiła ona 0,46. Piga i in. [2005] odnotowali aktywność wody świeżo przygotowanych ciastek *amaretti* na poziomie 0,54, natomiast Inglett, Chen i Liu [2014] zaobserwowali aktywność wody ciastek z dodatkiem zmielonych nasion chia i mąki owsianej w granicach od 0,206 do 0,284.

Kolejnym ocenianym parametrem w niniejszych badaniach była barwa wyrobów cukierniczych. Barwa produktów kształtowana może być zarówno poprzez zastosowane składniki recepturowe, jak i reakcje zachodzące podczas procesu wypieku (proces karmelizacji oraz nieenzymatycznego brunatnienia). *Chocolate chip cookies*, ze względu na stosowanie w ich składzie recepturowym cukru brązowego, charakteryzują się zwykle barwą ciemniejszą niż inne rodzaje ciastek o strukturze kruchej, dostępne na rynku. W omawianym doświadczeniu w wyrobie tradycyjnym zastosowano ciemny cukier muscavado, co znalazło odzwierciedlenie w istotnie niższym natężeniu parametru  $L^* = 40,39$  (jasności) barwy tych ciastek w porównaniu z ciastkami produkowanymi przemysłowo ( $L^* = 55,05$  oraz  $L^* = 50,02$ , odpowiednio produkty A i B). Wyrób ten jednocześnie odznaczał się istotnie wyższą wartością czerwoności barwy (parametr  $a^* = 9,91$ ) niż produkty komercyjne A i B (odpowiednio  $a^* = 5,42$  i  $a^* = 7,94$ ) oraz żółtością (parametr  $b^* = 26,49$ ) niższą niż produkt A ( $b^* = 34,95$ ) ale porównywalną z produktem B ( $b^* = 26,19$ ). Wyniki te były zbieżne z wynikami badań Frost, Adhikari i Lewis [2011], którzy w swoim doświadczeniu odnotowali wartość parametrów barwy ciastek *chocolate chip* na poziomie  $L^* = 61,0$ ,  $a^* = 9,6$  oraz  $b^* = 30,6$ .

Analizując nasycenie oraz ton barwy, odnotowano istotne różnice pomiędzy wyrobem tradycyjnym a produktem handlowym A, cechującym się wyższymi wartościami obu cech (tab. 2). Wartości nasycenia barwy dla wyrobu tradycyjnego, produktu handlowego A i B wynosiły odpowiednio  $C^* = 28,30$ ,  $C^* = 35,48$  i  $C^* = 27,37$ , a wartości charakteryzujące ton barwy odpowiednio  $h^\circ = 69,42$ ,  $h^\circ = 79,62$  (A) i  $h^\circ = 73,12$  (B). Zarówno wartości opisujące nasycenie, jak i ton barwy były zbliżone do wartości otrzymanych przez de Simas i in. [2009].

Określając ogólną różnicę barw ( $\Delta E^*$ ), wykazano również większą różnicę barw pomiędzy wyrobem tradycyjnym a produktem handlowym – A aniżeli produktem handlowym – B, jednakże w obu przypadkach były to duże odchylenia, rozpoznawalne przez niedoświadczonego obserwatora (odpowiednio  $\Delta E^* = 16,01$  i  $\Delta E^* = 8,07$ ). Zbliżone wartości różnicy barw otrzymano w badaniach Prakash i Kumar [2018], natomiast odmienne w badaniach Bała, Gul i Riar [2015], w których wartość  $\Delta E^*$ , obliczona dla ciastek z dodatkiem mąki maniokowej, wynosiła 73,67, dla ciastek zaś z dodatkiem kasztanowca wodnego – 57,87, w porównaniu z wyrobem kontrolnym bez dodatków.

W odniesieniu do wyrobów ciastkarskich o strukturze kruchej ich tekstura stanowi cechę istotnie wpływającą na akceptację konsumencką. Jest ona

kształtowana w znaczącym stopniu przez składniki recepturowe gotowego wyrobu. Kruchość ciastek jest cechą postrzeganą jako odwrotność ich twardości [Żbikowska, Rutkowska i Marcinkiewicz 2009; Wirkowska-Wojdyła i in. 2015]. Do oceny tekstury ciastek o strukturze kruchej, jak wykazuje literatura przedmiotu, wykorzystywano różne testy instrumentalne, m.in. test cięcia [Żbikowska, Rutkowska i Marcinkiewicz 2009], test łamania [Jacob i Leelavathi 2007; Kozłowicz 2010; Tańska i in. 2016], test przebijania [Handa, Goomer i Siddhu 2012], czy też test ściskania [Arifin i in. 2010; Wirkowska-Wojdyła i in. 2015].

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że oceniane wyroby cukiernicze istotnie różniły się teksturą, określoną na podstawie testu cięcia. Istotnie największą wartość maksymalnej siły cięcia uzyskano w odniesieniu do wyrobu tradycyjnego (116,39 N). Produkty handlowe wymagały do przekrojenia siły cięcia na poziomie 29,97 N (produkt A) oraz 102,78 N (produkt B), co świadczyło o dużym zróżnicowaniu tekstury nawet bardzo do siebie zbliżonych wyrobów produkowanych przemysłowo. Uzyskane wyniki były stosunkowo wysokie w porównaniu z wartościami prezentowanymi w literaturze przedmiotowej.

Badania Piga i in. [2005] wykazały siłę cięcia świeżych włoskich ciastek *amaretti* na poziomie 59 N, natomiast przechowywanych 28 dni – 383 N. Jacob i Leelavathi [2007] wykazali siłę łamania ciastek wytworzonych z dodatkiem różnych tłuszczów stałych (tłuszcz cukierniczy, margaryna, uwodorniony tłuszcz roślinny) na poziomie około 5 kG (49 N), podczas gdy siła łamania ciastek z dodatkiem oleju słonecznikowego była prawie dwukrotnie wyższa. Brak istotnych różnic w teksturze, mierzonej wartością siły przecinającej (9–13 N), w zależności od rodzaju tłuszczu zastosowanego do przygotowania ciastek kruchych, stwierdzili Żbikowska, Rutkowska i Marcinkiewicz [2009]. Siłę łamania w zakresie od 4,41 do 40,91 N w odniesieniu do ciastek z dodatkiem inuliny, mąki orkiszowej, sorbitolu lub syropu daktylowego odnotowała Kozłowicz [2010]. Arifin i in. [2010] wykazali w swoim doświadczeniu zwiększającą się twardość ciastek wraz ze wzrostem udziału średnio- i długołańcuchowych triacylogliceroli w margarynie użytej do produkcji ciastek, podczas gdy Handa, Goomer i Siddhu [2012] zaobserwowali zmniejszającą się twardość ciastek wraz z większą substytucją cukru dodatkiem fruktooligosacharydów. Dodatek wyłoków owocowych także zwiększył siłę łamania ciastek kruchych [Tańska i in. 2016].

Ocenę sensoryczną wyrobów przeprowadzono metodą stopniowania z zastosowaniem skali 3-stopniowej zamieszczonej w tabeli 1. Wyroby tradycyjne charakteryzowały się mniej regularnym kształtem, ciemniejszą barwą, większą twardością oraz silniej wyczuwalnym smakiem słodkim i czekoladowym niż produkty komercyjne. Ta charakterystyka znalazła odzwierciedlenie w wynikach oceny sensorycznej, która wykazała istotne zróżnicowanie ocenianych cech porównywanych ciastek. Wyroby przygotowane w warunkach laboratoryjnych były istotnie lepsze

pod względem smaku od produktu B, natomiast istotnie gorsze pod względem zapachu i tekstury od produktu A oraz pod względem wyglądu od produktu B. Doświadczenie, w którym dokonano porównania ciastek oryginalnych *chocolate chip cookies* z ciastkami, w których wymieniono 50 lub 100% masła na sos jabłkowy, wykazało porównywalną jakość sensoryczną ciastek z 50% poziomem wymiany masła z ciastkami przygotowanymi według receptury oryginalnej, przy ich jednocześnie niższej kaloryczności oraz niższej zawartości tłuszczu ogółem, tłuszczów nasyconych oraz cholesterolu [Hayek i Ibrahim 2013].

## PODSUMOWANIE

Badane wyroby cukiernicze charakteryzowały się zróżnicowanymi cechami fizykochemicznymi, takimi jak zawartość i aktywność wody, parametry barwy ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) oraz tekstura określona instrumentalnie na podstawie siły cięcia. Najbardziej zbliżony do wyrobu tradycyjnego pod względem badanych cech był produkt handlowy B.

Wyroby przemysłowe cechowały się lepszym wyglądem i zapachem oraz gorszym smakiem niż wyrób tradycyjny. Zróżnicowanie cech sensorycznych badanych wyrobów prawdopodobnie spowodowane było różnicami w składzie recepturowym oraz zastosowanym procesie produkcyjnym.

## BIBLIOGRAFIA

1. Arifin N., Peng K.S., Long K., Ping T.C., Yusoff M.S.A., Aini I.N., Ming L.O., *Relationship between Textural Properties and Sensory Qualities of Cookies Made from Medium- and Long-Chain Triacylglycerol- $\alpha$ -Eriched Margarines*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010, 90, s. 943–948.
2. Bala A., Gul K., Riar C.S., *Functional and Sensory Properties of Cookies Prepared from Wheat Flour Supplemented with Cassava and Water Chestnut Flours*, Food Science & Technology, 2015, 1, s. 1–7.
3. Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., *Sensoryczne badania żywności. Podstawy – metody – zastosowania*, Wydawnictwo PTTŻ, Kraków 2009.
4. Colla K., Costanzo A., Gamlaht S., *Fat Replacers in Baked Food Products*, Foods, 2018, 7(192), s. 1–12.
5. De Simas K.N., Vieira L.N., Podestá R., Müller C.M.O., Vieira M.A., Beber R.C., Reis M.S., Barreto P.L.M., Amante E.R., Amboni R.D.M.C., *Effect of King Palm (Archontophoenix alexandrae) Flour Incorporation on Physicochemical and Textural Characteristics of Gluten-free Cookies*, International Journal of Food Science and Technology, 2009, 44, s. 531–538.

6. Fontana A.J., *Understanding the Importance of Water Activity in Food*, Cereal Food World, 2000, 45(1), s. 7–10.
7. Frost D.J., Adhikari K., Lewis D.S., *Effect of Barley Flour on the Physical and Sensory Characteristics of Chocolate Chip Cookies*, Journal of Food Science and Technology, 2011, 48(5), s. 569–576.
8. Handa C., Goomer S., Siddhu A., *Physicochemical Properties and Sensory Evaluation of Fructoligosaccharide Enriched Cookies*, Journal of Food Science and Technology, 2012, 49(2), s. 192–199.
9. Hayek S.A., Ibrahim S.A., *Consumer Acceptability of Chocolate Chip Cookies Using Applesauce as a Fat (Butter) Substitute*, Emirates Journal of Food and Agriculture, 2013, 25(3), s. 159–168.
10. Inglett G.I., Chen D., Liu S., *Physical Properties of Sugar Cookies Containing Chia–Oat Composites*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 2014, 94(15), s. 3226–3233.
11. Jacob J., Leelavathi K., *Effect of Fat-Type on Cookie Dough and Cookie Quality*, Journal of Food Engineering, 2007, 79, s. 299–305.
12. Kozłowicz K., *Skrócona ocena tekstury herbatników z mrożonego ciasta kruchego wzbogaconego prozdrowotnymi dodatkami*, Acta Scientiarum Polonorum, Technica Agraria, 2010, 9(1–2), s. 11–17.
13. Krelowska-Kułas M., *Badanie jakości produktów spożywczych*, PWE, Warszawa 1993.
14. Kuchtová V., Kohajdová Z., Karavičová J., Lauková M., *Physical, Textural and Sensory Properties of Cookies Incorporated with Grape Skin and Seed Preparations*, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2018, 68(4), s. 309–317.
15. Laguna L., Primo-Martín C., Salvador A., Sanz T., *Inulin and Erythritol as Sucrose Replacers in Short-Dough Cookies: Sensory, Fracture, and Acoustic Properties*, Journal of Food Science, 2013, 78(5), s. 5777–5784.
16. López A., Piqué M.T., Boatella J., Parcerisa J., Romero A., Ferrá A., Garci J., *Influence of Drying Conditions on the Hazelnut Quality. III. Browning*, Drying Technology, 2007, 15(3–4), s. 989–1002.
17. Loza A., Quispe M., Villanueva J., Peláez P.P., *Development of Functional Cookies with Wheat Flour, Banana Flour (Musa paradisiaca), Sesame Seeds (Sesamum indicum) and Storage Stability*, Scientia Agropecuaria, 2017, 8(4), s. 315–325.
18. Perry J.M., Swanson R.B., Lyon B.G., Savage E.M., *Instrumental and Sensory Assessment of Oatmeal and Chocolate Chip Cookies Modified with Sugar and Fat Replacers*, Cereal Chemistry, 2003, 80(1), s. 45–51.
19. Piga A., Catzeddu P., Farris S., Roggio T., Sanguinetti A., Scano E., *Texture Evolution of „Amaretti” Cookies during Storage*, European Food Research and Technology, 2005, 221(3–4), s. 387–391.

20. Prakash P., Kumar S., *Standardize the Baking time for Rice Cookies and Color Values for Celiac Disease*, International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 2018, 7, s. 4554–4561.
21. Tańska M., Roszkowska B., Czaplicki S., Borowska E.J., Bojarska J., Dąbrowska A., *Effect of Fruit Pomace Addition on Shortbread Cookies to Improve Their Physical and Nutritional Values*, Plant Foods for Human Nutrition, 2016, 71(3), s. 307–313.
22. Wirkowska-Wojdyła M., Bryś J., Ostrowska-Ligęza E., Górską A., Kowalska H., *Właściwości teksturalne ciastek kruchych wypieczonych na bazie tłuszczu przeestryfikowanego*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2015, XLVIII, 3, s. 557–561.
23. Zoulas E.I., Oreopoulou V., Tzia C., *Textural Properties of Low-Fat Cookies Containing Carbohydrate- or Protein-Based Fat Replacers*, Journal of Food Engineering, 2002, 55, s. 337–342.
24. Zucco F., Borsuk Y., Arntfield S.D., *Physical and Nutritional Evaluation of Wheat Cookies Supplemented with Pulse Flours of Different Particle Sizes*, LWT – Food Science and Technology, 2011, 44, s. 2070–2076.
25. Żbikowska A., Rutkowska J., Marcinkiewicz A., *Ocena mechanicznych właściwości ciastek kruchych metodą instrumentalną*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2009, 2(63), s. 103–111.

#### Źródła internetowe

26. [http://en.wikipedia.org/wiki/Ruth\\_Graves\\_Wakefield](http://en.wikipedia.org/wiki/Ruth_Graves_Wakefield) (dostęp 17.08.2020).
27. <http://www.nytimes.com/2018/03/21/obituaries/overlooked-ruth-wakefield.html> (dostęp 17.08.2020).

## QUALITY COMPARISON OF TRADITIONAL AND COMMERCIAL CHOCOLATE CHIP COOKIES

**Abstract:** In the study comparison of quality features of *chocolate chip cookies* prepared according to the traditional recipe from and their counterparts presently manufactured commercially was performed. Analyzed products were characterized by a diverse sensory features and physicochemical properties such as water content, water activity, colour parameters ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) and texture instrumentally measured as a maximum shear force. The commercial product B was more similar to the traditional cookies in terms of physicochemical properties, while both commercial products showed better appearance and aroma, and worse taste than traditional cookies.

**Keywords:** cookies, quality, colour, texture, sensory feature.

# WPŁYW WYBRANYCH DEFEKTÓW PALENIA KAWY NA JAKOŚĆ SENSORYCZNĄ NAPARÓW

Przemysław DMOWSKI<sup>1</sup>, Maria ŚMIECHOWSKA<sup>2</sup>, Rafał OLSZEWSKI<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa,  
Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, e-mail: p.dmowski@wpit.umg.edu.pl,  
m.smiechowska@wpit.umg.edu.pl

<sup>3</sup> Palarnia Skład kawy Piotr Durlik, e-mail: rafal@skladkawy.com

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono innowacyjne metody obróbki ziaren kawy, jak: *anaerobic fermentation method*, *lactic proces* oraz *carbonic maceration*, które są odpowiedzią na zapotrzebowanie rynku na surowiec wysokiej jakości. Scharakteryzowano również wady kawy, wynikające z różnych sposobów palenia kaw najwyższej jakości (*speciality coffee*).

Celem pracy było określenie wpływu defektów *underdevelopment* oraz *overdevelopment*, powstających podczas palenia kawy na jakość sensoryczną naparów. Przedmiotem badania była kawa *Coffea arabica* L. pochodząca z Etiopii, nieposiadająca defektów kawy surowej. Oceny jakości sensorycznej naparów dokonał pięcioosobowy zespół ekspertów.

Napary przygotowane z ziaren wypalanych z defektem *underdevelopment* charakteryzowały się, w ocenie ekspertów, najniższą intensywnością i jakością aromatu, określonego jako roślinny, zielony, sianowaty. Słodycz określono jako krótką, słabo zbudowaną, zbożową, a cielistość jako wodnistą i gładką. Z kolei napary przygotowane z ziaren wypalanych z defektem *overdevelopment* cechowały się niską oceną kwasowości, którą scharakteryzowano jako ostrą i krótką, oraz wysoką intensywnością słodczy.

**Słowa kluczowe:** kawa, jakość, jakość sensoryczna, defekty palenia, palenie kawy.

## WSTĘP

Kawa surowa jest produktem naturalnym, wytwarzanym w wieloetapowym procesie obróbki owoców kawowca. Największe znaczenie handlowe wykazują trzy gatunki botaniczne: *Coffea arabica* L. (*Arabica*), *Coffea canephora* Pierre ex *Froehner* (*Robusta*) i *Coffea liberica* Bull ex *Hiern*. Zgodnie z klasyfikacją ICO (*International Coffee Organization*), na światowym rynku kawy dzieli się na cztery główne grupy handlowe. Kryterium tego podziału stanowi gatunek botaniczny kawy, kraj i rejon jej pochodzenia oraz wielkość ziaren. Opracowana klasyfikacja stanowi podstawę do bieżącego ustalania światowych cen tego surowca.

Zgodnie z tą klasyfikacją wyróżnia się kawy najdroższe, tzw. *Colombian Mild Arabicas*, oraz o ok. 20% tańsze kawy *Other Mild Arabicas*. W klasyfikacji występują również tzw. kawy *Brazilian Naturals* i najtańsze kawy *Robustas* [*Grading and Classification of Green Coffee* 2020].

W ciągu kilkuset lat produkcja kawy stała się światową dziedziną gospodarczą, a w niektórych krajach stanowi główną gałąź gospodarczą danego kraju [Ponte 2002]. Według danych ICO w roku 2019/2020 roku odnotowano około 4,5% wzrost światowej konsumpcji kawy w stosunku do roku 2019. Jednak dynamicznie zmieniająca się sytuacja, związana z pandemią spowodowaną wirusem SARS-Cov-2, stanowi znaczne ryzyko pogorszenia globalnej konsumpcji kawy. Do marca 2020 roku szacowano, że popyt będzie przewyższał produkcję, co niewątpliwie wpłynęło na około siedmioprocentowy (6,9%) wzrost ceny kawy *Coffea arabica*. W tym samym czasie odnotowano około jednoprocenowy spadek ceny kawy Robusty. Rozwój pandemii nieustannie wpływa zarówno na podaż, jak i popyt na rynkach tego produktu. Analizując światową sytuację, szczególnie w okresie lockdownu, ceny na światowych giełdach towarowych od początku kwietnia znacząco spadały, co niewątpliwie wiązało się ze stale spadającą konsumpcją w krajach uważanych za liderów na tym rynku (USA, UE, w tym szczególnie Włochy, Hiszpania) [ICO 2020].

Obecnie, mimo pandemii, miliony ludzi zaczynają swój dzień od filiżanki kawy, napoju zawierającego wiele związków bioaktywnych [Ramalakshmi i in. 2009; Desbrow, Henry i Scheelings 2012; Bułdak i in. 2018; Klingel i in. 2020]. Głównymi konsumentami kawy są Europejczycy, głównie Finowie i Niemcy. Pomimo, że Polska nie należy do liderów Europy w konsumpcji kawy, to rynek kawy w Polsce stale się rozwija, a konsumpcja wciąż wzrasta. Przeciętnie Polak wypija rocznie w postaci naparu 2,5–3 kilogramów kawy.

Według danych Coffee Development Report [2019] od 1990 roku globalny sektor kawy znacznie się rozwinął. Produkcja wzrosła w tym okresie o ponad 65% z 95 milionów 60-kilogramowych worków produkowanych średnio w latach 90. do 157 milionów worków w latach 2014–2018. Katalizatorem wzrostu była rosnąca konsumpcja w gospodarkach wschodzących i krajach produkujących kawę.

Popyt na tradycyjnych rynkach o już wysokim wskaźniku konsumpcji *per capita* ożywił dodatkowo wzrost konsumpcji kawy w segmencie *speciality - outstanding*, czyli kaw, dla których wyniki oceny jakości sensorycznej, przedstawione przez ekspertów tzw. *Total Score Quality Classification*<sup>1</sup>, wynoszą ponad 85 punktów (w 100-punktowej skali) kaw o szczególnych walorach sensorycznych. Biorąc pod uwagę stale rosnącą popularność kawy w segmencie *speciality*, celem pracy było zbadanie wpływu defektów *underdevelopment* oraz *overdevelopment*, powstających podczas palenia kawy klasyfikowanej w segmencie kaw *speciality*, na jakość sensoryczną naparów.

---

<sup>1</sup> *Total Score Quality Classification* – ocena końcowa naparu kawy, obliczana przez odpowiednie zsumowanie poszczególnych wyników cząstkowych, podanych dla każdego z podstawowych atrybutów, jak aromat, smak, posmak, kwasowość, cielistość, balans, słodkość, czystość oraz jednolitość.

## 1. KLASYFIKACJA DEFECTÓW KAWY SUROWEJ I POWSTAJĄCYCH PODCZAS PALENIA

Kawa surowa jest produktem naturalnym, wytwarzanym w wieloetapowym procesie obróbki owoców kawowca. Niezależnie od zastosowanej metody obróbki ziarna surowego na jakość kawy niewątpliwie wpływają błędy technologiczne, nieprecyzyjna selekcja ziaren bądź przypadkowe zainfekowanie mikroorganizmami.

W tabeli 1 przedstawiono defekty kawy surowej, których nie dopuszcza się w kawach *speciality*.

**Tabela 1**

Defekty kawy surowej

Lp.	Defekt	Charakterystyka defektu
1	<i>Full black</i>	Ziarno o barwie czarnej. Jedno ziarno odpowiada jednemu defektowi
2	<i>Full sour</i>	Ziarno o barwie od czerwonej do żółtawobrazowej. Jedno ziarno odpowiada jednemu defektowi
3	<i>Dried cherry/pod</i>	Ziarno zamknięte częściowo lub w całości w wysuszonym owocu kawowca wraz ze skórą. Jedno ziarno odpowiada jednemu defektowi
4	<i>Fungus damaged bean</i>	Ziarno porośnięte żółtawą lub brązową grzybnią. Jedno ziarno odpowiada jednemu defektowi
5	<i>Foreign matter</i>	Każdy przedmiot niebędący kawą znajdujący się wśród ziaren kawy, tj. kamień, patyk, ziarno innej rośliny. Jedno ziarno odpowiada jednemu defektowi
6	<i>Severe insect damage</i>	Ziarno z trzema lub większą liczbą dziur po ukąszeniu owada. Pięć ziaren odpowiada jednemu defektowi

Źródło: *Arabica Green Coffee Defect Handbook*, 2013.

Podczas procesu palenia kawy zachodzi wiele złożonych reakcji chemicznych istotnie wpływających na finalną jakość produktu. W przypadku kawy palonej ważne jest, aby w produkcie gotowym zachować cechy surowca wyjściowego przy jednoczesnym wytworzeniu unikatowych walorów smakowo-zapachowych, przy jednoczesnej nieobecności smaków i aromatów niepożądanych.

W praktyce kawy najwyższej jakości (*speciality coffee*) wypalane są jasno, tak, aby zachować charakter miejsca, z którego pochodzi ziarno. Taki sposób palenia może jednak powodować niedopalenie ziarna, co skutkuje defektem palenia, określanym jako *underdevelopment*. Jednak wiele kaw dostępnych na rynku jest niższej jakości niż *speciality coffee* i aby ukryć niepożądane cechy organoleptyczne,



wywołane defektami ziarna surowego, kawę wypala się na bardzo ciemny kolor, co z kolei skutkuje defektem palenia, określanym jako *overdevelopment*.

## 2. INNOWACYJNE METODY OBRÓBKİ ZIARNA SUROWEGO

W dobie rozwijającego się rynku *speciality coffee* na świecie wdraża się nowatorskie metody obróbki ziarna surowego. W celu uzyskania przewagi konkurencyjnej plantatorzy, oprócz tradycyjnych metod (suchej i mokrej) obróbki surowych ziaren kawy, sięgają również po rozwiązania nowoczesne [Poltronieri i Rossi 2016]. Jedną z innowacyjnych metod obróbki ziaren kawy jest tzw. *Anaerobic fermentation method* (fermentacja beztlenowa), która polega na fermentacji owoców kawowca bez obecności tlenu. Początkowo w „depulperze” z owoców usuwana jest skórka wraz z miąższem, następnie oddzielone pestki trafiają do próżniowo zamykanych komór fermentacyjnych, dodawany jest miąższ i części owoców, uzyskane na etapie „depulpingu”, po czym komora zostaje zamknięta, a z wnętrza usunięty zostaje tlen. Proces ten trwa około 20 godzin, a w trakcie jego trwania nieustannie monitorowany jest poziom dwutlenku węgla, cukru, jak i pH tak, aby w odpowiednim momencie przerwać proces, nie dopuszczając do powstania alkoholu [Jeżewski 2019].

Kolejny nowatorski sposób obróbki ziaren, opracowany przez kolumbijskich plantatorów z LaPalmay El Tucan, tzw. *lactic process*, charakteryzuje się beztlenową atmosferą fermentacji przy obecności zaszczerpionych bakterii kwasu mlekowego. Bakterie te, odżywiając się sacharydami zawartymi w miąższu, wytwarzają kwas mlekowy. W tej metodzie monitoruje się głównie pH oraz czas fermentacji, po której ziarna trafiają do zbiorników z czystą wodą w celu zatrzymania namnażania się bakterii kwasu mlekowego. Ostatnim etapem jest suszenie odbywające się podobnie jak w przypadku innych obróbek [Jeżewski 2019].

Do produkcji *speciality coffee* wykorzystuje się również *carbonic maceration*, czyli tzw. macerację węglową, która obejmuje dwa etapy obróbki ziaren: wstępny i właściwy. W wyniku działania ditlenku węgla w ziarnach kawy dochodzi do migracji tanin i antocyjanów ze skórki do środka ziarna, co znacząco wpływa na specyficzne walory smakowo-zapachowe naparu [Jeżewski 2019].

## 3. MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Przedmiotem badania była kawa arabika pochodząca z Etiopii, nieposiadająca defektów kawy surowej, klasyfikowana jako kawa *speciality*. Surowe ziarna wypalono w piecu do palenia kawy „Ikawa”. Badanie podzielono na pięć zasadniczych etapów. Pierwszy etap badań polegał na sprawdzeniu, czy ziarna kawy surowej nie

miały zapachu grzybów i pleśni. Zgodnie z wymaganiami normy PN-ISO 4149-1998 określono ilość defektów kawy surowej, a następnie odseparowano je od ziaren nieposiadających defektów, tak aby uniknąć zaburzeń smakowo-zapachowych, spowodowanych ewentualnymi defektami [PN-ISO 4149:1998]. Następnie naważono trzy porcje kawy, każda o masie 100 g. Drugi etap sprowadzał się do wypalania każdej ze stugramowej próbki tak, aby uzyskać próbkę wypaloną według standardów SCAA<sup>2</sup>. Pierwszą z próbek, wykorzystaną w dalszej części badania jako próbkę referencyjną, wypalono bez żadnych defektów palenia. Pozostałe próbki upalono tak, aby uzyskać defekty palenia kawy *underdevelopment* (defekt palenia kawy występujący w momencie zbyt szybkiego zatrzymania standardowego procesu palenia kawy, tuż przed pierwszym pęknięciem ziaren kawy) oraz *overdevelopment* (przyczyną tego defektu palenia kawy jest zbyt późne zatrzymanie standardowego procesu palenia kawy) (rys. 1).



Próbka referencyjna

Defekt palenia  
*underdevelopment*Defekt palenia  
*overdevelopment***Rys. 1.** Profile palenia próbek

Źródło: wykonanie własne za pomocą aplikacji IKAWA.

Kolejny etap badań obejmował ocenę sensoryczną przygotowanych próbek. Ocenę dokonał pięcioosobowy zespół ekspertów, w którym czworo legitymowało się ukończeniem kursu *SCA Coffee Skills Program: Sensory Skills* – poziom średnio zaawansowany, natomiast jeden potwierdził ukończenie kursu *SCA Coffee Skills Program: Sensory Skills* – poziom profesjonalny.

<sup>2</sup> SCAA – *Speciality Coffee Association of America*.

Analizę przeprowadzono w odpowiednio przygotowanym laboratorium, odpowiadającym standardom SCAA *Coffee*. Zakodowane próbki (8,25 g) przygotowano według metodyki opracowanej przez SCA *Coffee Skills Program: Sensory Skills*. Badanie przeprowadzono w temperaturze 23°C, która podobnie jak wilgotność powietrza była niezmienna podczas badania. Stanowiska przygotowano w taki sposób, aby zapewnić poczucie komfortu ekspertom.

Analizę sensoryczną naparów rozpoczęto od oceny aromatu. Następnie, gdy napar osiągnął temperaturę poniżej 71°C oceniono wyróżniki smaku, jak [*World Coffee Research – Sensory Lexicon* 2017]:

- kwasowość (ang. *acidity*) – opisywana m.in. określeniami „jasność” (*brightness*), gdy jest cechą korzystną lub „kwaśność” (*sour*), gdy jest cechą niekorzystną. Definiowana w skali od lekko słodki (*slightly sweet*) do lekko kwaśny (*slightly sour*);
- słodycz (ang. *sweetness*) – określana jako przyjemne odczucie słodkości naparu kawy, gdzie przeciwieństwem słodyczy w tym kontekście są smaki kwaśne, cierpkie lub zielonej herbaty;
- cielistość (ang. *body*) – definiowana jako ciężkość naparu, często określana gęstością, która powstaje w momencie pocierania językiem o podniebienie, i to zarówno ogólnie pojęta jakość tego parametru, jak i jego intensywność (skala od 1 do 10, gdzie 1 – *Thin*, to 4 – *Light*, to 6 – *Full*, to 9 – *Heavy*);
- posmak (ang. *aftertaste*) – definiowany jako odczuwane doznania smakowe, utrzymujące się w tylnej części podniebienia po połknięciu lub odkrztuszeniu kawy, które często są wynikiem długotrwałej stymulacji zakończeń nerwowych na języku przez różne związki ściągające oraz mogą być łączone z retronasalną stymulacją substancjami aromatycznymi, tworząc charakterystyczne wrażenie smakowe (skala od 1 *Very poor* do 10 *Outstanding*);
- balans (ang. *balance*) – definiowany jako równowaga pomiędzy intensywnością smaku, posmaku, kwasowości i cielistości. W rzeczywistości cechy te powinny się uzupełniać, a nie stanowić kontrastu.

Dokonano oceny intensywności tych parametrów oraz ich jakości, rozumianej jako inherentna część oceny naparu. Do oceny intensywności wyróżników wykorzystano odpowiednie dla poszczególnych atrybutów skale wertykalne, które służą do uszeregowania intensywności określonego atrybutu sensorycznego oraz skale horyzontalne, które są używane do oceny postrzegania przez ekspertów względnej jakości danego wyróżnika na podstawie doświadczenia ekspertów w ocenie jakości naparów. Doświadczenie ekspertów wynika z codziennej pracy z kawą, ukończenia licznych kursów i programów SCAA.

Oceniający korzystali również z opracowań światowych ekspertów zawartych w *World Coffee Research – Sensory Lexicon* [2017], w tym szczególnie z SCA

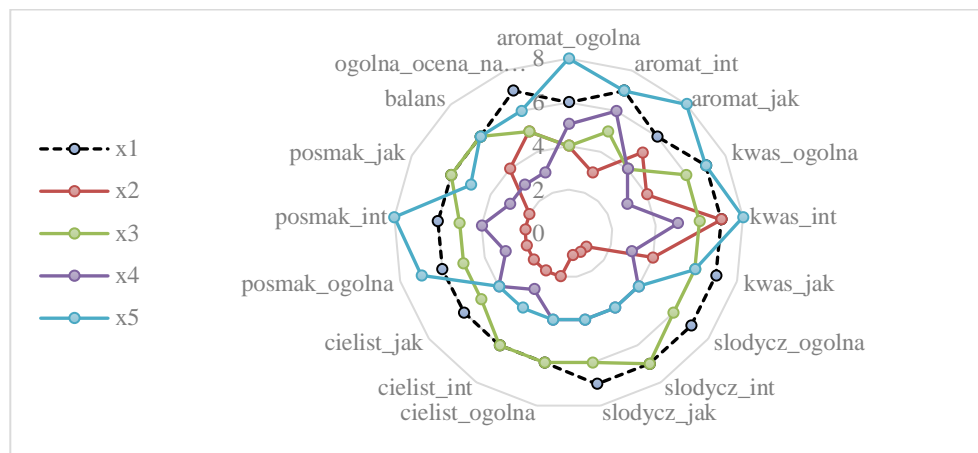
*Coffee Taster's Flavor Wheel*. Wyniki zapisywano na autorskich, odpowiednio przygotowanych arkuszach oceny, wzorowanych na wytycznych SCA [*The Coffee Taster's Flavor Wheel* 2020].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej. Do weryfikacji hipotez o zróżnicowaniu poszczególnych wymiarów jakości między wydzielonymi grupami ocenianych naparów wykorzystano test zgodności  $\chi^2$ . W celu określenia stopnia wzajemnych powiązań pomiędzy poszczególnymi parametrami obliczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona ( $r$ ).

Ponadto zastosowano analizę głównych składowych, która pozwoliła na ustalenie wpływu poszczególnych czynników na jakość naparów herbaty czarnej. Analizy przeprowadzono dla  $p < 0,05$ .

#### 4. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADANIA

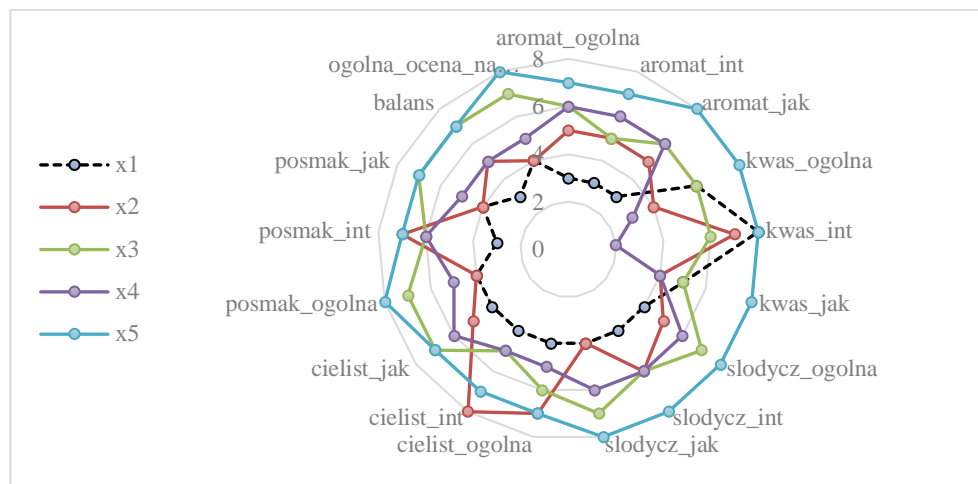
Na rysunkach 2–4 przedstawiono wyniki oceny sensorycznej próbek kawy.



Objaśnienia: *int* – oznacza intensywność parametru, *jak* – jakość danego parametru.

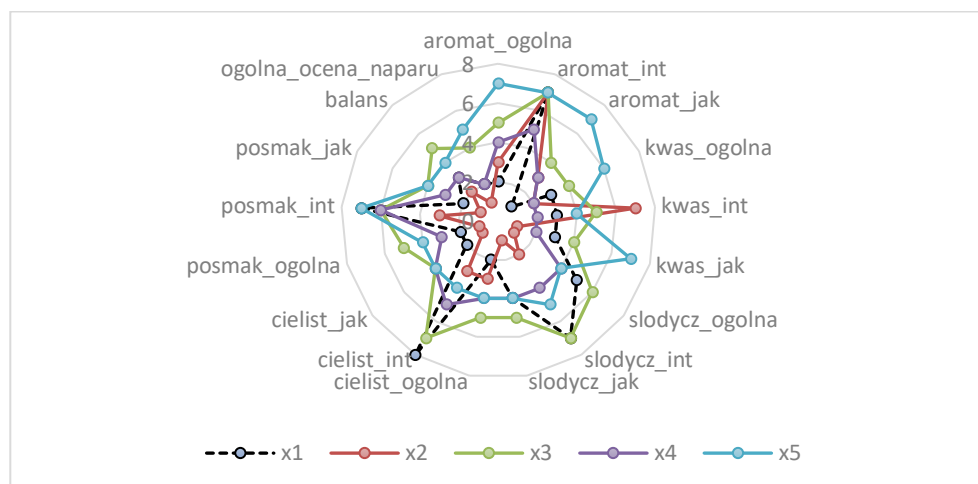
**Rys. 2.** Wyniki oceny jakości sensorycznej próbki referencyjnej

Źródło: wyniki własne.



**Rys. 3.** Wyniki oceny jakości sensorycznej próbki z defektem palenia *underdevelopment*

Źródło: wyniki własne.



**Rys. 4.** Wyniki oceny jakości sensorycznej próbki z defektem palenia *overdevelopment*

Źródło: wyniki własne.

Analizując uzyskane wyniki, zaobserwowano istotne różnice w analizowanych parametrach jakości sensorycznej badanych naparów. Defekt palenia kawy, występujący w momencie zbyt szybkiego zatrzymania standardowego procesu palenia kawy, tuż przed pierwszym pęknięciem ziaren kawy (*underdevelopment*), znacząco/korzystnie wpłynął na wzrost wyników oceny cielistości naparu. U niektórych ocenających zmiana była dość istotna – z wartości *light* do *full*, a nawet *heavy*. Wada zbyt krótkiego palenia wpłynęła także na wzrost ocen związanych z posmakiem naparu. Zmiany wahały się w zakresie od oceny 4 (ubogi) do 8–10 (bardzo dobry–znakomity). Jednocześnie zaobserwowano, średnio, jednopunktowy wzrost oceny intensywności parametru kwasowość z oceny 6 (ostry) do 7 (bardzo ostry), co jest raczej zmianą niekorzystną.

Odmienne, znacząco gorsze wyniki, uzyskano w ocenie jakości sensorycznej naparów przygotowanych z ziaren zbyt długo prażonych (tzw. defekt *overdevelopment*). Według ocenających taki napar charakteryzował się znacząco niższą wartością wszystkich ocenianych parametrów. Defekt ten spowodował czteropunktowy spadek w ocenie posmaku naparu (z 9 pkt – bardzo dobry do 4 pkt – ubogi). Podobne obniżenie ocen zaobserwowano dla parametru cielistości (średnio z 6 do 4 pkt) i podobnie słodkości (średnio z 6 do 4 pkt.) oraz balansu. W naparach kawy z defektem *overdevelopment*, w stosunku do naparu pozbawionego wad palenia, wartość tego parametru spadła średnio z definiowanego jako „bardzo dobry” do „ubogi”.

Wyniki oceny punktowej znalazły również swoje odzwierciedlenie w ocenie opisowej badanych naparów (tab. 2).

Tabela 2

Ocena opisowa badanych wyróżników aromatu

Napar referencyjny				
Aromat	Kwasowość	Słodycz	Cielistość	Posmak
Kompleksowy, czekoladowy, zboża Żółte owoce	Kwas cytrynowy, soczyste owoce Średnia Nieprzyjemna, sucha	Cukierkowa Średnio wysoka Niska	Aksamitna, lekka cierpkość Średnia Wodnista	Długi, lekko suchy Żółte owoce Krótki Czysty, acz krótki
Napar przygotowany z ziaren z defektem <i>underdevelopment</i>				
Aromat	Kwasowość	Słodycz	Cielistość	Posmak
Roślinny, zielony, sianowaty Herbacyany, kwiatowy	Kwas cytrynowy, niedojrzałe owoce Średnia	Krótką, słabo zbudowaną, zbożową Intensywna, nieprzyjemna	Gładka, wodnista Mocno oblepiająca Herbacyana Gładka Zalążki krągłości	Krótki, zielony Przypalony karmel Jaśminowy Długi

cd. tabeli 2

Orzechy, migdały	Nieprzyjemna, sucha	Średnia, dobrej jakości Dobrze zbudowana		
<b>Napar przygotowany z ziaren z defektem <i>overdevelopment</i></b>				
<b>Aromat</b>	<b>Kwasowość</b>	<b>Słodycz</b>	<b>Cielistość</b>	<b>Posmak</b>
Wędzony, spalony Tytoń, dymny	Ostra, krótka, najniższej jakości Ciepka, ściąająca Średnio niska, bez wyrazu	Sucha, popiołowa Karmelowa	Sucha, brudna spalona Pełna, krągła, kredowa	Popiół, wędzonka Gorycz Dymny Generyczny Brudny, długi, wysuszający

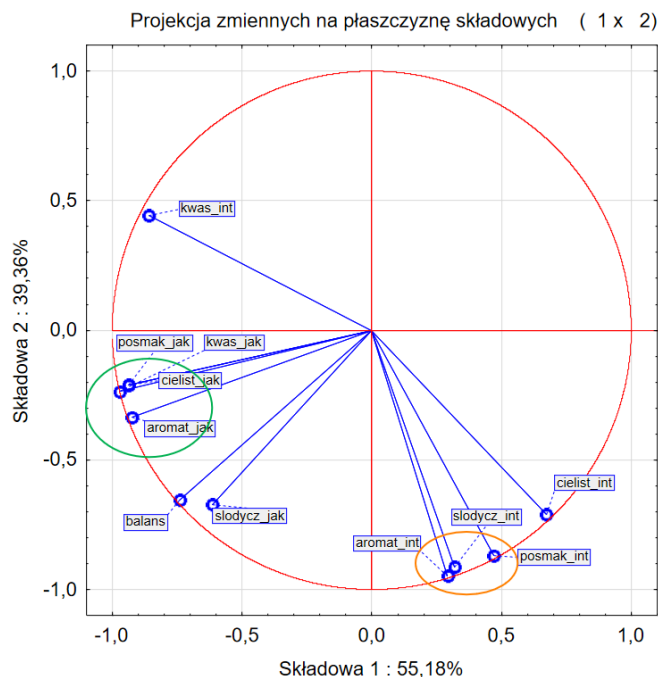
Źródło: wyniki własne.

Napar kawy wzorcowej charakteryzował się intensywnym aromatem, określany jako kompleksowy, czekoladowy, ziołowy. Kwasowość tego naparu porównywano do kwasowości soczystych owoców oraz kwasu cytrynowego. Z kolei słodycz określano jako cukierkową, a cielistość jako aksamitną. Posmak tego naparu opisano jako długi i lekko suchy.

Natomiast napar przygotowany z ziaren z defektem *underdevelopment* cechował się najniższą intensywnością oraz relatywnie niską jakością aromatu (w jednej z ocen tylko 3 pkt). Kwasowość tego naparu porównano do kwasu cytrynowego oraz niedojrzałych owoców, jego cielistość opisano jako wodnistą i gładką, a posmak jako krótki i zielony.

Z kolei napar przygotowany z ziaren z defektem *overdevelopment* oceniający scharakteryzowali jako wędzony i spalony, co jest cechą charakterystyczną naparów przygotowanych z surowca niskiej jakości, zupełnie odmiennej od jakości kaw *speciality*. Równie nisko oceniono kwasowość naparu i jego słodkość, opisując je odpowiednio jako ostrą, krótką i suchą, popiołową. Próbką ta charakteryzowała się bardzo intensywnym niepożądanym posmakiem brudnym, wędzonki oraz popiołu.

Wyniki analizy statystycznej (test niezależności  $\chi^2$ ) wykazały istnienie istotnych zależności pomiędzy ocenami próbki wzorcowej i próbki z defektem *underdevelopment* ( $r^2 = 0,484$ ;  $p < 0,05$ ). W celu wykazania wielowymiarowych zależności pomiędzy badanymi cechami naparów wykonano obliczenia z wykorzystaniem techniki analizy składowych głównych. Na podstawie wartości własnych Kaisera oraz na wykresie osypiska wyodrębniono dwie główne składowe, odpowiadające w ok. 95% za zmienność jakości sensorycznej ocenianych próbek kawy. Składowa odpowiadająca największej wartości własnej (6,07) wyjaśniała 55% wariancji, natomiast druga składowa o wartości własnej 4,32 wyjaśniała 39,3% wariancji (rys. 5).



**Rys. 5.** Wykres konfiguracji punktów reprezentujących zmienne w układzie dwóch pierwszych osi składowych

Źródło: wyniki własne.

Z wykresu 5 oraz wartości korelacji głównych składowych wynika, że pierwsza składowa jest najsilniej skorelowana ujemnie z jakością aromatu (-0,92), kwasowością (-0,97), cielistością (-0,937) i posmakiem (-0,93) naparów, natomiast druga składowa jest silnie skorelowana, również ujemnie, z intensywnością aromatu (-0,95), słodyczy (-0,91) oraz posmaku (-0,87).

Z przeprowadzonej analizy wynika, że napar przygotowany z kawy bez defektów palenia charakteryzował się wysoką jakością aromatu, kwasowości, cielistości i posmaku, a także wysoką intensywnością aromatu, słodyczy oraz posmaku. Z kolei napar przygotowany z kawy z defektem *underdevelopment* cechował się najniższą intensywnością aromatu, słodyczy oraz posmaku spośród badanych próbek. Napar zaś przygotowany z kawy z defektem *overdevelopment* wykazywał najniższe wartości pod względem jakości aromatu, kwasowości, cielistości oraz posmaku, aczkolwiek próbka została stosunkowo wysoko oceniona pod względem intensywności aromatu, słodyczy oraz intensywności posmaku.



## PODSUMOWANIE

W pracy podjęto próbę oszacowania wpływu defektów palenia kawy surowej na jakość sensoryczną uzyskanych naparów. W tym celu przygotowano trzy profile palenia kawy. Wypalono kawę bez żadnego z defektów palenia oraz odpowiednio z defektami *underdevelopment* oraz *overdevelopment*. Odpowiednio wypalone kawy poddano analizie sensorycznej przez pięcioosobową grupę ekspertów o wcześniej zweryfikowanej wrażliwości sensorycznej.

Napar kawy przygotowany bez defektów charakteryzował się intensywnym aromatem oraz posiadał najwyższą jakość aromatu spośród badanych próbek. Aromat określono jako kompleksowy, czekoladowy, ziołowy. Stwierdzono wysoką intensywność kwasowości, a jej jakość oceniono najwyżej ze wszystkich próbek, przyrównując ją do kwasowości soczystych owoców i kwasu cytrynowego. Napar ten charakteryzował się wysoką intensywnością i jakością słodczy, opisaną m.in. jako cukierkową, a cielistość określono jako aksamitną.

Napar z kawy z defektem *underdevelopment* charakteryzował się w opinii oceniających najniższą intensywnością oraz niską jakością aromatu, określanego jako roślinny, zielony, sianowaty. Kwasowość oraz słodczyk kawy opisano jako krótką, słabo zbudowaną i zbożową. Cielistość tych naparów określono jako wodnistą i gładką. Posmak naparu opisano jako krótki i zielony, a cały napar jako najmniej zbalansowany.

Z kolei napar z defektem palenia *overdevelopment* charakteryzował się niską jakością aromatu, opisaną jako wędzony i spalony. Równie nisko oceniono napary pod względem kwasowości, opisaną jako ostra i krótka. Cielistość naparu zdefiniowano jako suchą, brudną i spaloną, a posmak – jako wędzony i popiołu.

Analiza składowych głównych pozwoliła na wyodrębnienie dwóch głównych składowych, które wyjaśniały w ok. 95% zmienność wariancji. Wykazano, że pierwsza składowa najsilniej ujemnie skorelowana była z jakością aromatu, kwasowości, cielistości i posmaku naparów, natomiast druga składowa silnie korelowała, również ujemnie, z intensywnością aromatu, słodczy oraz posmaku.

Największy udział w składowej pierwszej (65%) miała próbka z defektem *overdevelopment*, a w drugiej składowej największy wkład (63%) miała próbka z defektem *underdevelopment*.

Wykazano, że próbkę z defektem *underdevelopment* oceniono najniżej pod względem intensywności aromatu, słodczy oraz posmaku i przeciętnie pod względem jakości aromatu, kwasowości, cielistości oraz posmaku. Z kolei próbka z defektem *overdevelopment* charakteryzowała się najniższą jakością pod względem oceny aromatu, kwasowości, cielistości oraz posmaku.

Reasumując, stwierdzono, że o ile prażenie ziaren kawy krótsze od zalecanego, wywołujące defekt, określany terminem *underdevelopment*, może dla niektórych wyróżników jakościowych pozytywnie wpłynąć na wybrane walory smakowo-zapachowe naparów, o tyle zbyt długie prażenie, wywołujące defekt określany terminem *overdevelopment*, znacząco negatywnie wpływa na jakość sensoryczną naparów kawy.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bułdak R.J., Hejmo T., Osowski M., Bułdak Ł., Kukla M., Polaniak R., Birkner E., *The Impact of Coffee and Its Selected Bioactive Compounds on the Development and Progression of Colorectal Cancer In Vivo and In Vitro*, *Molecules*, 2018, 23(12).
2. Desbrow B., Henry M., Scheelings P., *An Examination of Consumer Exposure to Caffeine from Commercial Coffee and Coffee-Flavoured Milk*, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2012, 28, s. 114–118.
3. Klingel T., Kremer J.I., Gottstein V., Rajcic de Rezende T., Schwarz S., Lachenmeier D.W., Review, *A Review of Coffee By-Products Including Leaf, Flower, Cherry, Husk, Silver Skin, and Spent Grounds as Novel Foods within the European Union*, *Foods*, 2020, 9(665).
4. PN-ISO 4149:1998, *Kawa zielona – Ocena węchowa i wzrokowa oraz oznaczanie zanieczyszczeń i wad*.
5. Ponte S., *The “Latte Revolution”? Regulation, Markets and Consumption in the Global Coffee Chain*, *World Development*, 2002, 30(7), s. 1099–1122.
6. Ramalakshmi K., Jagan Mohan Rao L., Takano-Ishikawa Y., Goto M., *Bioactivities of Low-Grade Green Coffee and Spent Coffee in Different In Vitro Model Systems*, *Food Chemistry*, 2009, 115(1), s. 79–85.

### Źródła internetowe

7. *Arabica Green Coffee Defect Handbook*, 2013, Specialty Coffee Association of America, <https://www.coffeestrategies.com/wp-content/uploads/2020/08/Green-Coffee-Defect-Handbook.pdf> (dostęp 02.10.2020).
8. *Coffee Development Report, 2019 Growing for Prosperity Economic Viability as the Catalyst for a Sustainable Coffee Sector*, <https://www.internationalcoffeecouncil.org/media/coffeeDevelopmentReport.pdf> (dostęp 01.10.2020).
9. *Grading and Classification of Green Coffee*, 2020, [www.ico.org/projects/GoodHygienePractices/cnt/cnt\\_en/sec\\_3/docs\\_3.3/Grading%20&%20class.pdf](http://www.ico.org/projects/GoodHygienePractices/cnt/cnt_en/sec_3/docs_3.3/Grading%20&%20class.pdf). (dostęp 01.10.2020).
10. ICO, 2020, *World Coffee Consumption*, International Coffee Organisation, [www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf](http://www.ico.org/prices/new-consumption-table.pdf). (dostęp 02.10.2020).

11. *Indicator-Prices-Final*, 2017, <http://www.ico.org/documents/cy2014-15/icc-105-17-a2e-rules-indicator-prices-final.pdf> (dostęp 12.06.2017).
12. Jeżewski P., *Współczesne metody obróbki kawy specialty*, 2019, <https://www.coffee-desk.pl/blog/wspolczesne-metody-obrobki-kawy-speciality/> (dostęp 02.10.2020).
13. Poltronieri P., Rossi F., 2016, *Review Challenges in Specialty Coffee Processing and Quality Assurance, Challenges*, 2016, 7(19), [https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/20170622\\_WCR\\_Sensory\\_Lexicon\\_2-0.pdf](https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/20170622_WCR_Sensory_Lexicon_2-0.pdf) (dostęp 02.10.2020).
14. *The Coffee Taster's Flavor Wheel*, 2020, <https://sca.coffee/research/coffee-tasters-flavor-wheel> (dostęp 02.10.2020).
15. *World Coffee Research – Sensory Lexicon*, Version 2.0, 2017, *Unabridged Definition and References*, [https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/20170622\\_WCR\\_Sensory\\_Lexicon\\_2-0.pdf](https://worldcoffeeresearch.org/media/documents/20170622_WCR_Sensory_Lexicon_2-0.pdf) (dostęp 02.10.2020).

## EFFECT OF SELECTED ROAST DEFECTS OF COFFEE BEANS TO SENSORY QUALITY OF COFFEE BEVERAGES

**Abstract:** The paper presents innovative methods of processing coffee beans, such as anaerobic fermentation method, lactic process and carbonic maceration, which are a response to the market demand for high-quality raw material. The disadvantages of coffee as resulting of various methods of roasting the highest quality coffee (specialty coffee) were also characterized.

The aim of the study was to examine the effect of underdevelopment and overdevelopment defects arising during coffee roasting on the sensory quality of coffee infusions. The subject of the study was Arabica coffee originated from Ethiopia, that didn't had any defects in raw coffee. A sensory quality evaluation of the coffee beverages was made by a team of five experts.

Beverages prepared from grains roasted with underdevelopment defect were, in the experts' opinion, characterized by the lowest intensity and quality of aroma, referred to as grassy and woody. Sweetness was defined as short, poorly built, cereal, and body as watery and smooth. In turn, beverages prepared from coffee beans roasted with an overdevelopment defect were characterized by low acidity rating, which was characterized as sharp and short and high intensity of sweets.

**Keywords:** coffee, quality, sensory evaluation, roast defects, coffee roasting.

# CALCIUM CONTENT IN TEA INFUSIONS WITH MILK

**Karolina DOBA, Wojciech ZMUDZIŃSKI**

Poznań University of Economics and Business, Institute of Quality Science,  
Department of Food Quality and Safety, e-mail: karolina.doba@ue.poznan.pl,  
wojciech.zmudzinski@ue.poznan.pl

**Abstract:** Following water, tea infusions are the second world wide consumed non-alcoholic beverage. They present unique flavour and health benefits and are highly valued by consumers. For several years global *Camellia sinensis* L. consumption has been raised due to its beneficial impact on human health which is associated with the presence of mineral and organic compounds such as calcium, magnesium, potassium, tannins, catechins and alkaloids in tea infusions. The composition of tea infusion strongly depends on temperature, duration of brewing, water composition and its pH and leaf-water ratio. Also presence of milk in tea infusions can affect the antioxidant capacity of polyphenols occurring in tea brew and organoleptic characteristics of the beverage.

The main purpose of the conducted research was to determine the content of calcium in tea infusions and tea infusions with milk. Furthermore, the influence of mutual interaction of the tea infusions and milk on the level of calcium content in the brew prepared with milk was studied. The study showed that the addition of milk to the tea brew significantly increases the extraction of calcium from tea leaves to the infusion.

**Keywords:** tea infusions, tea infusions with milk, calcium, milk, beverages quality.

## INTRODUCTION

Due to its unique sensory qualities and health properties tea is one of the most popular non-alcoholic drinks in the world. Factors that are significant in determining the health promotion capability of tea infusions include the type of tea powder, the method of preparation, the frequency and timing of intake. All of these factors directly affect the pharmacokinetics and the disposition of the polyphenols within human body tissues. It should be remembered that the leaves of the plant differ in composition from the finished products, because during the production various changes may occur, such as reduction or oxidation processes. Research results show that up to 80% of adult Poles drink tea every day. Three types of tea (green, black and oolong) are the most frequently consumed teas in Western, Asian and north African countries [Erdemir 2018].

The value of the global tea market is growing every year due to increasing production and consumption. The beverage is gaining more and more consumers as

well as popularity, which is the result of, among others, the global trend to lead a healthy lifestyle, limiting the consumption of highly processed products and research confirming the health-promoting properties of tea infusions. The largest tea producers are China (over 38% of the world production in 2013), India (23.7% of the world production in 2013), Kenya and Sri Lanka. In 2016, total tea production exceeded the value of 5730 thousand tons [Chang 2015]. It is estimated that the value of the market will reach about USD 21.33 billion by 2024 [<http://inwestycje.pl> 2018].

On average, 30–50% of compounds present in tea leaves can be extracted to the infusion. Green tea contains more water-soluble substances (40–50%) than black tea (30–40%). The main compounds that can be found in tea are: tannin compounds, essential oils, purine alkaloids, dyes, protein compounds, mineral compounds and vitamins [Cichoń and Wierciak 2005; Liua et al. 2020]. Studies suggest that the antioxidant capacity of the tea brew is mainly influenced by the concentration of catechins. Catechins (make up 70%–80% of tea polyphenols) [Ferruzzi and Green 2006] have the most effective antioxidant activity compared to other polyphenols, which are present in tea infusions [Couzinet-Mossion et al. 2010]. An antioxidant capacity of the tea brews is strongly influenced by the water used for brewing as a result of the extraction yield and the stability of catechins present in tea brews. The positive properties of tannins include the ability to chelate radioactive isotopes and heavy metals from the diet. Studies performed by Erdemir U. (2018) showed that flavonoids can inhibit iron absorption, leading to formation of non-available forms of iron-polyphenol chelates, which results in an insignificant amount of Fe provided to the human diet. Mineral compounds make up about 4–7% of tea. These include iron, manganese, magnesium, sodium, calcium and potassium. These elements play an important role in metabolism. Elements present in teas are also iodine and fluorine, which in the form of colloidal compounds pass into the prepared infusion. Tea may contain various impurities such as: high concentration of copper in the leaves and residues of fungicides. From a nutritional point of view, the content of vitamins in tea infusions is insignificant. Tea infusion contains provitamin A, vitamin C, vitamin K and niacin.

In addition to the above-mentioned ingredients, tea also contain organic acids (citric, oxalic, succinic, malic, fumaric, pyruvic), as well as pectin compounds, carbohydrates and glycosides [Boruc 2000; Cichoń and Wierciak 2005].

The presence of oxalic acid in tea is especially important for consumers with a high risk of kidney stones development and other diseases that may be dependent on the oxalate intake. Oxalic acid is a naturally occurring ingredient in the plants. This compound is considered an anti-nutritional because it inhibits the bioavailability of calcium and magnesium and disrupts metabolism of these elements in human body. The presence of oxalic acid in plants have not been fully explained [Witt and Śmiechowska 2017]. There are some speculations that the high content of

oxalic acid can protect plants due to its effect on taste, texture and change of their acidity. It has also been suggested that in plants it can act as a pH regulator and osmoregulator.

Studies showed that the content of oxalic acid in plants from areas that were not directly exposed to contaminants was higher than in plants coming from potentially polluted areas. Differences in the content of oxalic acid in plants may result also from different climatic and soil conditions. Oxalates may be commonly found in plants, but they are undesirable in the human diet because of their negative effects [Sperkowska and Bazylak 2010; Jabłońska-Ryś 2012]. Oxalic acid forms insoluble salts with calcium, which is why frequent consumption of plants with high oxalic acid content causes calcium deficiency. It occurs in the largest amounts in tea, rhubarb, sorrel, beets (root and leaves), spinach, coffee, beer and cocoa. The impact of oxalic acid on human body depends not only on the absolute content of oxalate ions, but also on its relation to other elements with which it can form insoluble salts. Insoluble oxalates are not absorbed in the digestive tract and are excreted in the faeces. High levels of oxalate in diet are dangerous because of their negative health effects [Sperkowska and Bazylak 2010; Jabłońska-Ryś 2012]. Oxalates can be synthesized as a result of metabolism of ascorbic acid and glyoxalates. Soluble oxalates are absorbed by the human body and contribute to an increase in the concentration of oxalic acid in the urine [Sperkowska and Bazylak 2010; Jabłońska-Ryś 2012]. Oxalates can crystallize in the form of an insoluble salt and can cause decalcification, arthritis and lead to contractility disorders of all muscles, including heart muscle. Studies have shown that the Acceptable Daily Intake (ADI) of oxalate for an adult should be 250 mg per day. In Western Europe average oxalate intake in food ranges from 100 to 150 mg per day. Excessive urinary excretion of oxalate (above 60 mg daily), contributes to crystallization of calcium oxalate in the urinary tract and is one of the most common causes of kidney stones [Salamon et al. 2012]. To limit the absorption of free oxalates it is recommended to drink tea with milk, because oxalates bind with calcium ions present in beverage [Sperkowska and Bazylak 2010; Jabłońska-Ryś 2012].

In addition to being able to bind oxalic acid, milk also has many other beneficial properties. In many diets milk is the main source of calcium, besides other dairy products, cereal products, nuts and vegetables. Milk contains fat in an emulsified state, colloidal protein particles (casein micelles), non-aggregated globular proteins, colloidal calcium phosphate and a significant amount of low-molecular components [Seiquer et al. 2001; Ryan and Petit 2010]. Milk is also an important source of other minerals, such as phosphorus, sodium, potassium, chlorine, iodine and magnesium. It also contains a small amount of iron [Barłowska et al. 2013; Dudzińska, Domagała and Wszolek 2014; Kaushik et al. 2014; Xu et al. 2020]. Bioavailability of calcium in milk is correlated with a casein content. Calcium is recognised as a key nutrient

in promoting bone health. It has a significant effect on the activity of enzymes and cofactors, muscle fiber contraction, mitotic activity, energy production and the secretion of hormones and neurotransmitters. Daily urine calcium excretion is 100–200 mg. This amount is slightly dependent on the supply of calcium in the diet. Disorders of calcium homeostasis most often result in structural changes and they can be manifested by a decrease in bone mass. Blood without calcium ions loses the ability to produce clot-stabilizing fibrin. Calcium also reduces the permeability of the vessel walls due to which it has an anti-exudative, anti-edematous and anti-inflammatory effect [Bolanowski and Bolanowski 2005].

## 1. EXPERIMENTAL

### 1.1. Materials

The main purpose of the research was to determine the concentration of calcium in tea infusions and tea infusions with milk. Furthermore, the influence of mutual interaction of the tea infusions and milk on the level of calcium content in the brew prepared with milk was studied. Nine of the teas available on the local market were selected to carry out the studies. All of teas were purchased in stores in Poznań. Teas were factory sealed until the time of testing and had a current best-before date. Teas differed in type and form. Until the conducted studies they were stored in the same conditions.

More detailed description of the tested teas is provided in Table 1.

**Table 1**

Characteristics of tested teas

Sample	Tea type	Composition
1	Green tea, tea bags	Green tea
2	Green tea, tea bags	Green tea
3	Green tea, tea leaves	Green tea
4	Black tea, tea leaves	Black tea
5	Black tea, tea bags	Black tea
6	Black tea, tea leaves	Black tea
7	Red Pu-Erh, lemon flavor, tea bags	Pu-Erh red tea (90%), lemon peel (5%), natural flavors
8	Red Pu-Erh, grapefruit flavor, tea leaves	Pu-Erh red tea (74%), hibiscus flower, apple, pineapple fruit, aromas, grapefruit juice (0.2%)
9	Rooibos tea, tea bags	Rooibos, aromas

## 1.2. Methods

### 1.2.1. Mineralization of samples

0.5 g ( $\pm 0.01$  g) of tea was mixed with 12.5 mL of 65% nitric acid and 0.5 mL of 33% hydrogen peroxide and mineralised at 130°C in the mineralization block (SpeedDigester K-425) during 90 minutes until complete digestion of samples. After cooling, samples were filtered with the use of filter paper and glass funnels to volumetric 50 mL flasks, which were filled up to the mark with demineralized water. In case of milk 2 mL of sample ("Łaciate" 2% UHT) was mixed with 12.5 mL of 65% nitric acid and 0.5 mL of 33% hydrogen peroxide. Mineralization also lasted 90 minutes. After cooling, samples were filtered to 50 mL flasks, which were then filled up to the mark with demineralized water. 1.5 g ( $\pm 0.01$  g) of tea and 200 mL of hot (100°C) distilled water were used to prepare all tea infusions. After 30 minutes, 10 mL of prepared brew was mixed with 12.5 mL of 65% nitric acid and 0.5 mL of 33% hydrogen peroxide and mineralised. After cooling, samples were filtered using the filter paper and glass funnels to volumetric 50 mL flasks, which were then filled up to the mark with demineralized water.

In case to prepare tea brew with milk, 1.5 g ( $\pm 0.01$  g) of tea and 170 mL of hot (100°C) distilled water were used. The extractions were carried out for 3 minutes and then 30 mL of milk was added to the brew. Next 10 mL of tea infusion with milk was mixed with 12.5 mL of 65% nitric acid and 0.5 mL of 33% hydrogen peroxide and mineralised at 130°C in the mineralization block during 90 minutes. After cooling, samples were filtered through filter paper to 50 mL flasks, which were then filled up with demineralized water.

### 1.2.2. Determination of calcium content in mineralized samples

The concentration of calcium in samples was determined using an Agilent 4210 Microwave Plasma Atomic Emission Spectrometer (MP AES) (Agilent Technologies, Melbourne, Australia). Conditions of measurements as well as detection and quantification limits were indicated in details by Ozbek and Akman (2016).

Depending on the concentration of tested samples two wavelengths – 422.673 nm (concentration range 0.5–10 mg/L) and 616.217 nm (concentration range 10–100 mg/L) were used.

For each sample, determinations were made on the basis of two standard curves. The obtained results were the arithmetic average of two parallel samples for each tea. The calcium content of each sample was determined three times.



## 2. RESULTS AND DISCUSSION

Determination of calcium content in teas was performed for 9 products described previously. In each case, the result was the average of three replicates made on the same samples.

The calcium content in milligrams in 100 grams of tea is shown in Table 2.

**Table 2**

Calcium content in tested teas

Sample	Average calcium content [mg/100 g]
1	510.86 $\pm$ 28.64
2	464.03 $\pm$ 18.14
3	572.26 $\pm$ 19.65
4	401.68 $\pm$ 15.82
5	722.17 $\pm$ 34.25
6	420.73 $\pm$ 10.47
7	488.74 $\pm$ 25.18
8	664.97 $\pm$ 25.41
9	173.23 $\pm$ 7.10

The lowest calcium concentration was present in the sample no. 9 (173.23 mg/100 g). This tea was made from rooibos plant, known also as red bush, which does not belong to plants related to the tea bush but it is sometimes called red tea. In turn, the highest concentration of calcium was present in tea no. 5 (black tea).

Table 3 shows the average calcium content in the tested teas, depending on the type of tea.

**Table 3**

Calcium content in tested teas, taking into account their type

Type of tea	Average calcium content [mg/100 g]
Red	576.86 $\pm$ 249.14
Green	515.72 $\pm$ 53.33
Black	514.86 $\pm$ 179.79

Green and black teas contained a very similar amount of calcium, the difference did not exceed 1mg. The average calcium concentration for the tested milk was 112 mg per 100 mL. In addition, it should be noted that the fat content of milk has practically no effect on the calcium content.

The average calcium content in the infusion prepared for all analyzed tea samples is presented in the Table 4.

Table 4

Calcium content in tea infusions

Sample	Average calcium content [mg/200 mL]
1	1.31 $\pm$ 0,01
2	1.47 $\pm$ 0.03
3	1.54 $\pm$ 0.05
4	1.60 $\pm$ 0.10
5	2.37 $\pm$ 0.22
6	1.60 $\pm$ 0.11
7	2.54 $\pm$ 0.16
8	1.40 $\pm$ 0.04
9	1.52 $\pm$ 0,02

Tea infusions prepared with the use of tea no. 7 (2.54 mg/200 mL infusion) and tea infusion no. 5 (2.37 mg/200 mL) contained the most calcium. The concentration of calcium in other teas was very similar, while the average calcium content for all analyzed tea infusions was 1.70 mg/200 mL. In addition, a comparison of calcium concentration in 1.5 g of a given tea and an infusion prepared with the use of 1.5 g of the same tea and 200 mL of distilled water was made in order to illustrate how much calcium was extracted from tea leaves to prepared brew (Fig. 1). The degree of extraction of calcium from the tea leaves into brew ranged from 14% (sample 8) to 58% (sample 9). No correlation between the amount of calcium extraction from the tea leaves and the type of tea was observed.

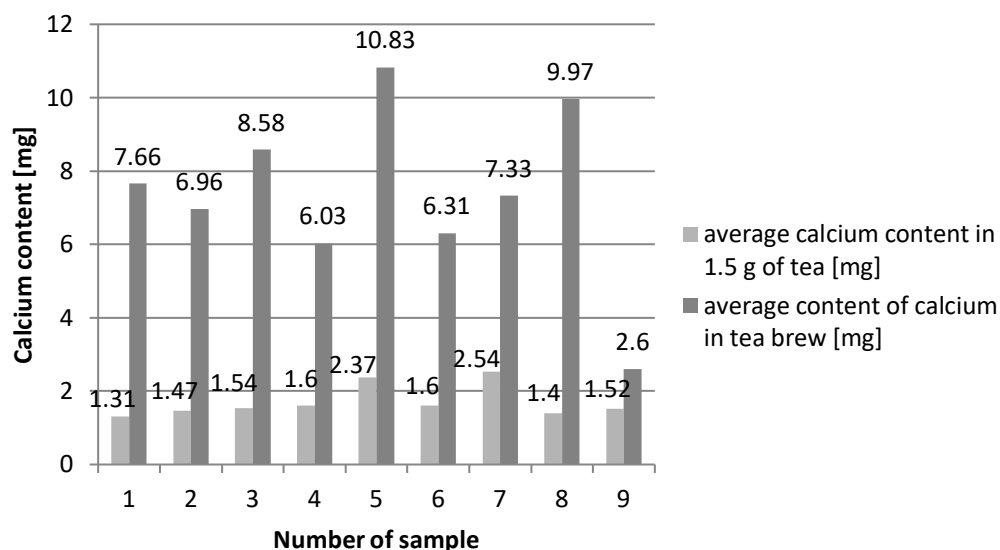
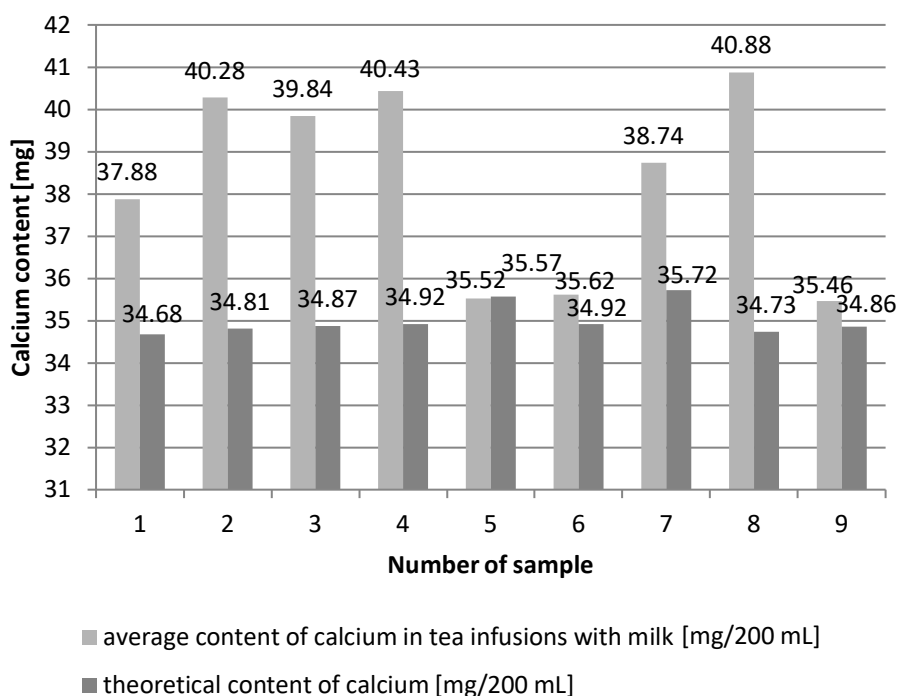


Fig. 1. Comparison of calcium content in tea and tea infusions

The calcium content in the tested infusions with the addition of milk ranged from 35.46 to 40.88 mg/200 mL. Most of the calcium was present in the infusion prepared from tea no. 5 and the least in sample no. 9. The average calcium content for all analyzed infusions with the addition of milk was 38.29 mg/200 mL. In order to check the influence of mutual interaction of the infusion and milk added to it on the level of calcium content in prepared beverage authors compared the amount of calcium present in infusion with the addition of milk (170 mL distilled water + 30 mL milk) and the theoretical calcium content after adding up the amount of calcium present in 170 mL of pure tea infusion and in 30 mL of milk (Fig. 2).



**Fig. 2.** Comparison of calcium content in teas with added milk with theoretical calcium content

The content of calcium in tea infusions with the addition of milk in eight out of nine analyzed samples was higher than the theoretical value (the result of adding the amount of calcium present in 170 mL of pure tea infusion and 30 mL of milk). For all of these samples, the calcium content in tea infusions with the addition of milk was on average over 8.5% higher than the theoretical value.

The results show that the addition of milk to tea infusion increases the amount of calcium extracted from tea to the brew, but the mechanism of this process is unknown. An addition of milk to tea infusion can affect the antioxidant capacity of polyphenols occurring in tea brew and organoleptic characteristics of prepared beverage. It seems that addition of milk to tea infusions may lower the total antioxidant capacity of brew [Dubeau, Samson and Tajmir-Riahi 2010]. The degree to which the addition of milk reduces the antioxidant capacity of tea infusions depends on the amount of milk added to the beverage and the fat content of the milk. According to Dubeau, Samson and Tajmir-Riahi [2010] addition of milk trapped polyphenols from tea extracts, what affects their overall capacity to scavenge free radicals. The inhibitory effect can be also related to the binding of tea polyphenols to the milk caseins via covalent and non-covalent interactions.

When analyzing the results, the influence of the addition of milk on the pH of the infusion should also be consider. Milk contains amphoteric amino acids along with salts of strong bases and weak acids. Milk also can be characterized with high buffer capacity, which increases with increasing concentration. Addition of milk to the brew cause alkalization of the environment.

## CONCLUSIONS

The conducted research allowed to draw a number of interesting conclusions. The lowest calcium content in sample no. 9 resulted from the composition of the product. The concentration of calcium in the analyzed milk used for the preparation of tea infusions with the addition of milk was on average 112 mg/100 mL. Calcium content in prepared tea infusions ranged from 1.31 to 2.54 mg per 200 mL of tea brew. On average, 27% of the total amount of calcium was extracted from tea to the brew. The calcium content in 200 mL of brew with the addition of milk ranged from 35.46 to 40.88 mg/200 mL.

In eight out of nine samples analyzed this was a higher result compared to theoretical infusions (pure tea brew + milk). The addition of milk to the tea infusion may increase the extraction of calcium from the tea leaves to the brew.

In order to verify this assumption further research on the effect of pH on extraction process of calcium from the leaves into the tea infusion should be undertaken, because milk with its buffering properties may cause alkalization of the environment.

## REFERENCES

1. Barłowska J., Wolanciuk A., Kędzierska-Matysek M., Litwińczuk Z., *Wpływ sezonu produkcji na podstawowy skład chemiczny oraz zawartość makro- i mikroelementów w mleku krowim i kozim*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2013, 9(6).
2. Bolanowski J., Bolanowski M., *Calcium and Vitamin D in the Prevention and Treatment of Osteoporosis*, *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 2005, 14(5).
3. Boruc R., *Stygnący rynek*, Handel, 2000, 20.
4. Chang K., *World Tea Production and Trade. Current and Future Development*, Food and Agriculture of the United Nations, 2015.
5. Cichoń Z., Wierciak E., *Towaroznawcza charakterystyka herbaty*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2005.
6. Couzinet-Mossion A., Balayssa S., Gilard V., Malet-Martino M., Potin-Gautier M., Behra P., *Interaction Mechanisms between Caffeine and Polyphenols in Infusions of Camellia sinensis Leaves*, *Food Chemistry*, 2010, 119.
7. Długaszek M., Kaszczuk M., *Assessment of the Nutritional Value of Various Teas Infusions in Terms of the Macro- and Trace Elements Content*, *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 2020.
8. Dubeau S., Samson G., Tajmir-Riahi H., *Dual Effect of Milk on the Antioxidant Capacity of Green, Darjeeling, and English Breakfast Teas*, *Food Chemistry*, 2010, 122.
9. Dudzińska A., Domagała J., Wszolek M., *Wpływ wysokiego ciśnienia hydrostatycznego na podstawowe składniki mleka*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2014, 93(2).
10. Erdemir U., *Contribution of Tea (Camellia sinensis L.) to Recommended Daily Intake of Mg, Mn, and Fe: An in vitro Bioaccessibility Assessment*, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2018, 69.
11. Ferruzzi M.G., Green R.J., *Analysis of Catechins from Milk–Tea Beverages by Enzyme Assisted Extraction Followed by High Performance Liquid Chromatography*, *Food Chemistry*, 2006, 99.
12. Jabłońska-Ryś E., *Wpływ sposobu parzenia różnych rodzajów herbat na zawartość w nich szczawianów rozpuszczalnych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2012, 1(80).
13. Kaushik R., Sachdeva B., Arora S., Kapila S., Wadhwa B. K., *Bioavailability of Vitamin D2 and Calcium from Fortified Milk*, *Food Chemistry*, 2014, 147.
14. Liua Z., Bruins M.E., de Bruijn W.J.C., Vincken J., *A Comparison of the Phenolic Composition of Old and Young Tea Leaves Reveals a Decrease in Flavanols and Phenolic Acids and an Increase in Flavonols upon Tea Leaf Maturation*, *Journal of Food Composition and Analysis*, 2020, 86.

15. Ozbek N., Akman S., *Method Development for the Determination of Calcium, Copper, Magnesium, Manganese, Iron, Potassium, Phosphorus and Zinc in Different Types of Breads by Microwave Induced Plasma-Atomic Emission Spectrometry*, Food Chemistry, 2016, 200.
16. Ryan L., Petit S., *Addition of Whole, Semiskimmed, and Skimmed Bovine Milk Reduces the Total Antioxidant Capacity of Black Tea*, Nutrition Research, 2010, 3.
17. Salamon A., Baca E., Baranowski K., Michałowska D., *Ocena zawartości składników antyodżywczych w piwie na przykładzie kwasu szczawiowego*, Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 2012, 63(1).
18. Seiquer I., Delgado-Andrade C., Haro A., Navarro M.P., *Assessing the Effects of Severe Heat Treatment of Milk on Calcium Bioavailability: In vitro and in Vivo Studies*, Journal of Dairy Science, 2001, 93.
19. Sperkowska B., Bazylak G., *Wpływ warunków ekstrakcji na zawartość rozpuszczalnych szczawianów w wodnych naparach herbat zielonych i herbatek ziołowych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 71(4).
20. Witt P., Śmiechowska M., *Ocena zawartości kwasu szczawiowego jako składnika antyodżywczego w cydrach*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna – L, 2017, 3.
21. Xu Y., Liu Z., Liu Z., Feng Z., Zhang L., Wan X., Yang X., *Identification of D-amino Acids in Tea Leaves*, Food Chemistry, 2020, 317.

Internet sources

22. <http://inwestycje.pl>, 2018 (accessed 24.10.2018).

## ZAWARTOŚĆ WAPNIA W NAPARACH HERBACIANYCH Z DODATKIEM MLEKA

**Streszczenie:** Obok wody napary herbaciane są jednymi z najchętniej spożywanych napojów bezalkoholowych na świecie. Charakteryzują się one unikatowymi właściwościami smakowymi i zdrowotnymi, które są wysoce cenione przez konsumentów. Globalne spożycie naparów z *Camellia sinensis* L. wzrasta ze względu na ich korzystny wpływ na zdrowie człowieka, który jest związany z obecnością w ekstraktach składników mineralnych i związków organicznych, takich jak: wapń, magnez, potas, garbniki, katechiny i alkaloidy. Skład naparu herbacianego jest zależny od temperatury i czasu parzenia, składu i pH wody oraz zawartości liści herbacianych w napoju.

Obecność mleka w naparach herbacianych wywiera wpływ na potencjał antyoksydacyjny związków polifenolowych obecnych w ekstrakcie oraz właściwości organoleptyczne napoju. Głównym celem badań było oznaczenie zawartości wapnia w naparach herbacianych z dodatkiem i bez dodatku mleka. Dodatkowo określono wpływ wzajemnej interakcji naparu herbacianego i dodanego do niego mleka na zawartość wapnia w tak przygotowanym napoju. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, iż dodatek mleka do naparu powoduje zwiększenie ekstrakcji wapnia z liści herbacianych do naparu.

**Słowa kluczowe:** napary herbaciane, napary herbaciane z mlekiem, wapń, mleko, jakość napojów.



# OCENA WYBRANYCH WYRÓŻNIKÓW JAKOŚCI DROBIU POCHODZĄCEGO Z RÓŻNYCH SYSTEMÓW HODOWLI DOSTĘPNEGO W HANDLU

**Bożena GARBOWSKA, Monika RADZYMIŃSKA**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Instytut Nauk o Zarządzaniu i Jakości,  
Wydział Nauk Ekonomicznych,  
e-mail: bozena.garbowska@uwm.edu.pl, mradz.@uwm.edu.pl

**Streszczenie:** Celem niniejszej pracy była porównawcza ocena wybranych parametrów jakości mięsa drobiowego z różnych systemów hodowli, dostępnego w obrocie handlowym. Do badań wykorzystano mięso drobiu pochodzącego z hodowli klatkowej, zagrodowej, ekologicznej oraz żywionego kukurydzą. Próby pobrano z mięśni udowych i piersiowych kurcząt. Ocenie poddano m.in. zawartość białka, wody, tłuszczu i profil kwasów tłuszczowych oraz świeżość i wydajność obróbki cieplnej.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono statystycznie istotne różnice w ocenianych parametrach jakości, w zależności od systemu chowu ( $p \leq 0,01$ ). Próbkę pozyskaną z kurcząt z chowu ekologicznego cechowały się najwyższą zawartością kwasu mirstynowego zarówno w mięśniach piersiowych, jak i udowych. Najwyższe ilości kwasu linolowego zidentyfikowano w mięśniach piersiowych i udowych kurcząt z hodowli zagrodowej (odpowiednio  $19,84 \pm 0,76$  i  $20,41 \pm 0,56$ ) oraz ekologicznej (odpowiednio  $18,68 \pm 0,47$  i  $21,09 \pm 0,50$ ). Ponadto próbki z chowu ekologicznego cechowały się wysoką zawartością tłuszczu. Mięśnie piersiowe drobiu pochodzącego z systemu klatkowego cechowała najwyższa zawartość białka. Ustalenia z tego badania mają charakter informacyjny i mogą być przydatne dla producentów drobiu, np. przy doborze optymalnego systemu hodowli.

**Słowa kluczowe:** profil kwasów tłuszczowych, tłuszcz, woda, białko, świeżość, mięso drobiowe.

## WSTĘP

Mięso drobiowe jest popularnym surowcem spożywczym i odnotowuje się ciągły wzrost jego konsumpcji [Korytkowski 2017]. Instytut Ekonomiki i Gospodarki Żywnościowej podaje, że mięso drobiowe stanowi ponad 30% całkowitego spożycia mięsa, a także przetworów mięsnych w Polsce [Piechota 2017].

Wzrost konsumpcji mięsa drobiowego spowodowany jest wszechstronnymi możliwościami jego wykorzystania, stosunkowo niską ceną, brakiem ograniczeń związanych z uwarunkowaniami o charakterze religijnym, a także postrzeganiem go jako zdrowszego oraz lepszej jakości w porównaniu z innymi gatunkami mięs

[Maiorano 2017]. Mięso drobiowe jest bogatym źródłem łatwo przyswajalnego i pełnowartościowego białka oraz charakteryzuje się korzystniejszym profilem kwasów tłuszczowych. Ponadto cechuje się ono niską zawartością cholesterolu, a delikatna struktura włókien mięśniowych przyczynia się do jego wysokiej strawności, która wynosi ponad 94% [Orkus 2015].

Wzrost spożycia mięsa drobiowego wymógł na producentach drobiu optymalizację produkcji, przyczyniając się do wzrostu wydajności przy jednoczesnym zagwarantowaniu oczekiwanej jakości [Owens 2014].

Wzrost świadomości konsumentów spowodował znaczną poprawę dobrostanu ptaków, uznawanego za istotny czynnik wpływający na decyzję nabywcy. Wielu z nich zwraca szczególną uwagę na system chowu, a także warunki utrzymania drobiu [Wilkanowska 2018].

W Polsce znane są cztery podstawowe systemy utrzymania ptaków (głównie kurcząt brojlerów): klatkowy, ściółkowy, wolnowybiegowy oraz ekologiczny [Przybylski i in. 2012].

Alternatywne systemy chowu pozwalają na zapewnienie większego komfortu bytowego zwierząt, jednocześnie przyczyniając się do powstawania produktów o korzystniejszym składzie niż produkty z chowu konwencjonalnego [Mikulski i in. 2011]. Jak podaje Funaro i in. [2014], mięso ptaków korzystających z wybiegu cechuje większa wydajność mięśni nóg i piersi, mniejsze otłuszczenie tuszki, a także polepszenie cech sensorycznych w porównaniu z ptakami niekorzystającymi z wybiegu. Ponadto mięso to charakteryzuje się wyższym poziomem kwasów tłuszczowych PUFA (n-3 i n-6).

W związku z tym celem niniejszej pracy była porównawcza ocena wybranych parametrów jakości mięsa drobiowego pochodzących z różnych systemów hodowli, dostępnego w obrocie handlowym.

## 1. MATERIAŁ BADAWCZY I METODYKA

### 1.1. Materiał badawczy

Materiał doświadczalny stanowiły tuszki drobiowe, bez podrobów, zapakowane w folie BDF, dostępne w obrocie handlowym, pochodzące z różnych systemów chowu: zagrodowego (n = 5), klatkowego (n = 5), ekologicznego (n = 5) kukurydzianego (n = 5). Czas pomiędzy momentem uboju a zakupem tuszek wynosił około 72 godziny. Próby poddano badaniom bezpośrednio po ich zakupie, a do badań pobrano materiał z mięśni piersiowych oraz udowych. Wszystkie oznaczenia wykonywano oddzielnie dla mięśni udowych i piersiowych w trzech powtórzeniach.



## **1.2. Metodyka badawcza**

### **1.2.1. Ocena świeżości mięsa drobiowego**

Ocenę świeżości mięsa drobiowego przeprowadzono poprzez wykonanie próby Ebera na obecność amoniaku [Krełowska-Kułas 1993], próbę izonitrylową na obecność amin pierwszorzędowych, próbę na wykrywanie siarkowodoru oraz próbę na reduktazę [Prost 1978].

### **1.2.2. Oznaczenie podstawowych wyróżników fizykochemicznych**

Oznaczenie zawartości suchej masy w produktach mięsnych wykonano metodą odwoławczą według normy PN-ISO 1444:2000.

Oznaczenie pH wykonano z zastosowaniem normy PN-ISO 2917:2001.

Oznaczenie zawartości tłuszczu wg Folcha i in. [1957] i profilu kwasów tłuszczowych wg Peiskera [1964]. Rozdział estrów metylowych kwasów tłuszczowych wykonano przy użyciu chromatografu gazowego 6890N ANGILENT TECHNOLOGIES. Warunki rozdziału: detektor: płomieniowo-jonizujący (FID); kolumna kapilarna dł. 30 m, średnica wewnętrzna 0,32 mm; faza ciekła: Stabiliwax® grubość filmu 0,25 µm; temperatura: detektor – 250°C, dozownik – 230°C, kolumna – 194°C; gaz nośny – hel przepływ 1,5 ml/min, dozownik z podziałem 50:1.

Oznaczenie zawartości białka przeprowadzono według metody Kjedahla [PN-75/A-04018:1975].

### **1.2.3. Oznaczenie wydajności obróbki cieplnej**

Wydajność obróbki cieplnej określono poprzez oznaczenie wodochłonności nierozdrobnionych oraz zmielonych próbek mięsa drobiowego.

### **1.2.4. Analiza statystyczna**

Interpretację ilościową i jakościową uzyskanych wyników przeprowadzono przy zastosowaniu programu komputerowego firmy Hewlett Packard. Do testowania różnic pomiędzy średnimi wykorzystano jednoczynnikową analizę wariancji ANOVA przy poziomie istotności  $p \leq 0,01$ .

## 2. OMÓWIENIE I DISKUSJA WYNIKÓW

### 2.1. Ocena świeżości mięsa drobiowego

Jak podają Lien i in. [2012], surowe mięso należy do grupy produktów spożywczych o ograniczonej trwałości, czyli jest podatne na ciągłe, naturalne i zazwyczaj nieodwracalne przemiany chemiczne, fizyczne, mikrobiologiczne i biochemiczne, co wynika głównie z dużej zawartości wody, która razem z węglowodanami i białkami stanowi idealną pożywkę dla mikroorganizmów. Efektem tego są niekorzystne zmiany wartości odżywczej, przydatności użytkowej oraz właściwości sensorycznych, wpływających na jakość otrzymanego surowca. Najczęściej występującym rodzajem psucia się mięsa jest rozkład gnilny jako następstwo zmian wywołanych drobnoustrojami (głównie bakteriami proteolitycznymi). Powstałe gazy (amoniak, siarkowodór) oraz aminy pierwszorzędowe powodują kwaśno-gnilny zapach surowca. Na podstawie uzyskanych wyników nie stwierdzono obecności amoniaku, siarkowodoru oraz amin pierwszorzędowych w badanych próbkach mięsa, co wskazało na brak postępujących procesów gnilnych.

### 2.2. Oznaczenie podstawowych wyróżników fizykochemicznych mięsa drobiowego

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań, dotyczące ocenianych wyróżników fizykochemicznych ocenianych próbek mięsa drobiowego.

**Tabela 1**

Podstawowe wyróżniki fizykochemiczne mięsa drobiowego

Wyróżniki	Zagrodowy x ±SD	Kukurydziany x ±SD	Kłatkowy x ±SD	Ekologiczny x ±SD	ANOVA	
					F	p
	mięśnie piersiowe					
pH	7,31 ±0,05	7,45 ±0,06	7,49 ±0,03	7,32 ±0,06	30,31	0,00
Zaw. wody [%]	70,98 ±0,40	74,15 ±1,16	73,22 ±0,14	72,39 ±0,37	35,27	0,00
Zaw tłuszczu [%]	4,63 ±0,92	6,20 ±0,92	6,11 ±0,78	9,72 ±0,67	59,50	0,00
Zaw. białka [%]	17,34 ±0,29	17,96 ±0,46	21,49 ±0,41	13,80 ±0,37	586,65	0,00
mięśnie ud						
pH	7,33 ±0,04	7,40 ±0,05	7,49 ±0,02	7,41 ±0,03	26,06	0,00
Zaw. wody [%]	65,29 ±0,23	78,12 ±4,31	75,75 ±0,32	73,32 ±0,38	50,31	0,00
Zaw tłuszczu [%]	3,44 ±0,42	2,90 ±0,46	2,72 ±0,62	6,28 ±0,51	97,01	0,00
Zaw. białka [%]	19,41 ±0,32	19,56 ±0,36	13,90 ±0,20	18,09 ±0,21	784,89	0,00

Źródło: wyniki badań własnych.

Kwasowość mięśni, wyrażana wartością pH, jest wskaźnikiem jakości mięsa drobiowego. Decyduje ona o wielu cechach fizykochemicznych, tj. barwie, wodochłonności, wycieku termicznym czy kruchości mięsa.

W tabeli 1 przedstawiono wartości pH mięśni piersiowych oraz udowych pochodzących od kurcząt poddanych badaniom. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej wyników badań można stwierdzić, że wartości pH różniły się statystycznie istotnie. Skomorucha i Sosnowka-Czajka [2015] wykazały, że ptaki odchowywane z dostępem do wybiegów wyróżniały się niższym pH, w porównaniu z ptakami odchowywanymi w systemie zamkniętym, co potwierdziły badania własne.

Jak podają Modzelewska-Kapituła i Cierach [2012], woda stanowi około 75% masy surowca. Wyniki badań, dotyczące zawartości wody, różniły się statystycznie istotnie w próbach pochodzących zarówno z mięśni piersiowych, jak i udowych. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że mięso kurczaka pochodzącego z hodowli klatkowej charakteryzowało się większą ilością wody, w porównaniu z mięsem pochodzącym od kurcząt posiadających dostęp do wybiegu, tj. zagrodowych, ekologicznych. Na podstawie uzyskanych wyników można przypuszczać, że jednym z czynników determinujących ilość wody w tuszkach drobiowych może być żywienie. W przypadku mięsa pochodzącego od kurczaka żywionego głównie kukurydzą, która w żywieniu drobiu jest najważniejszym zbożem paszowym, zauważono cechy wskazujące na jego największą soczystość, czyli główny czynnik wpływający na smakowość mięsa, a tym samym jego jakość.

Według Wilkanowskiej [2013] wartość białka mięsa drobiowego jest zbliżona do białek mleka. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartość białka w poszczególnych próbkach mięsa była zróżnicowana. Najwyższą zawartością białka w mięśniach piersiowych (21,49%) charakteryzowało się mięso pochodzące od kurczaka z hodowli klatkowej, a w mięśniach udowych (19,56%) mięso kurczaka żywionego kukurydzą. Najniższy udział białka w mięśniach piersiowych (13,80%) odnotowano w przypadku mięsa z hodowli ekologicznej, w mięśniach udowych zaś (13,90%) w przypadku mięsa z hodowli klatkowej.

Według Pietrzak i in. [2013] zawartość białka w mięśniach piersiowych mieści się w przedziale od 22,3 do 25,4%, co świadczy, że wyniki otrzymane w badaniach własnych były nieco mniejsze od podanych wartości, szczególnie w przypadku mięsa z mięśni udowych kurczaka pochodzącego z hodowli klatkowej oraz mięśni udowych pochodzących od kurczaka z hodowli ekologicznej, w których zawartość białka nie przekraczała 14%. Badania Skomoruchy i Sosnowki-Czajki [2015] wykazały, że ilość białka w mięśniach piersiowych jest wyższa w porównaniu z mięśniami udowymi.

Tong i in. [2014] podają, że dodatek do pasz bogatych w białko przetworów z kukurydzy może w dużym stopniu wpływać na jakość otrzymanego surowca.

Tłuszcz stanowi bogate źródło kwasów tłuszczowych, w tym także niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT). Mięso drobiowe charakteryzuje się stosunkowo niewielką zawartością tłuszczu w porównaniu z innymi gatunkami mięs, co powoduje, że jest ono uznawane za produkt dietetyczny. Średnia zawartość tłuszczu w mięsie kurcząt waha się od około 8,6 do 10% [Marciniak-Łukasiak 2011].

Największą zawartość tłuszczu zarówno w mięśniach piersiowych (9,72%), jak i udowych (6,28%) zaobserwowano w próbkach pochodzących od kurcząt z hodowli ekologicznej, najniższą zaś zawartością tłuszczu charakteryzowały się próbki pochodzące od kurcząt z hodowli zagrodowej (4,63% w mięśniu piersiowym oraz 3,44% w mięśniu udowym). Otrzymane wyniki różniły się statystycznie istotnie na poziomie  $p < 0,01$ .

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań, dotyczące profilu kwasów tłuszczowych w badanych próbkach. Przeprowadzone badania wykazały największy udział kwasów jednonienasyconych zarówno w mięśniach piersiowych, jak i udowych, uzyskując tym samym wartości bardzo zbliżone do wyników dostępnych w literaturze przedmiotu. Przewaga kwasów monoenowych w badanych próbkach jest zasługą znacznej obecności kwasu oleinowego –  $C_{18:1}$  będącego głównym przedstawicielem kwasów z rodziny n-9. Kwasy monoenowe mogą pełnić istotną rolę w prewencji chorób serca i miażdżycy, zastępując tłuszcze nasycone [Gratta i in. 2017].

W analizowanych próbkach największą ilość kwasu oleinowego zarówno w mięśniach piersiowych, jak i udowych odnotowano w mięsie pochodzącym od kurczaka z hodowli klatkowej, najmniejszą zaś – w mięsie od kurczaka żywionego kukurydzą. Statystyczna ocena różnic pomiędzy średnimi zawartościami kwasu  $C_{18:1}$  w poszczególnych próbkach wykazała ich istotność. Suma kwasów jednonienasyconych w badanych próbkach mięsa była bardzo zróżnicowana, co zauważalne było zwłaszcza w przypadku mięśni piersiowych, gdzie różnica między najmniejszą zawartością MUFA w mięsie kurczaka ekologicznego a największą w mięsie kurczaka klatkowego wynosi 11,09%.

Głównym przedstawicielem grupy SFA jest kwas palmitynowy  $C_{16:0}$  (tab. 2). W diecie człowieka jest on najpowszechniej występującym kwasem tłuszczowym nasyconym. Według Marciniak-Łukasiak [2011] obecność kwasu palmitynowego w surowicy podnosi poziom cholesterolu całkowitego, a także cholesterolu LDL. Jak podaje Ojha i in. [2017], kwasy tłuszczowe nasycone mogą być także czynnikiem przyspieszającym rozwój niektórych nowotworów, występujących u ludzi oraz zwierząt. Największą zawartość kwasu palmitynowego odnotowano w mięśniach pochodzących od kurczaka żywionego kukurydzą. Jego udział wynosił ponad 28% całej sumy kwasów tłuszczowych.

Tabela 2

Profil kwasów tłuszczowych w próbkach mięsa drobiowego

	Zagrodowy X $\pm$ SD	Kukurydziany x $\pm$ SD	Klatkowy x $\pm$ SD	Ekologiczny x $\pm$ SD	ANOVA	
	mięśnie piersiowe				F	p
C14:0	0,35 $\pm$ 0,02	0,64 $\pm$ 0,10	0,57 $\pm$ 0,03	1,60 $\pm$ 0,03	818,38	0,00
C14:1	0,60 $\pm$ 0,05	0,18 $\pm$ 0,13	0,14 $\pm$ 0,02	0,12 $\pm$ 0,01	77,95	0,00
C16:0	20,69 $\pm$ 1,04	28,10 $\pm$ 4,08	18,92 $\pm$ 0,85	25,75 $\pm$ 0,71	32,55	0,00
C16:1	4,44 $\pm$ 0,30	3,98 $\pm$ 0,63	3,22 $\pm$ 0,25	4,39 $\pm$ 0,29	16,68	0,00
C18:0	8,19 $\pm$ 0,21	10,93 $\pm$ 1,15	5,37 $\pm$ 0,33	8,98 $\pm$ 0,22	119,61	0,00
C18:1	38,10 $\pm$ 0,41	34,47 $\pm$ 1,46	45,59 $\pm$ 1,19	33,56 $\pm$ 0,88	230,88	0,00
C18:2	19,84 $\pm$ 0,76	15,74 $\pm$ 1,54	17,96 $\pm$ 0,56	18,68 $\pm$ 0,47	29,41	0,00
C18:3	0,12 $\pm$ 0,02	0,33 $\pm$ 0,08	3,22 $\pm$ 0,21	0,84 $\pm$ 0,08	1227,77	0,00
C20:0	0,10 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,01	0,24 $\pm$ 0,02	57,79	0,00
C20:1	0,17 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,02	0,81 $\pm$ 0,07	0,60 $\pm$ 0,05	458,53	0,00
C20:2	0,18 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,03	0,36 $\pm$ 0,03	0,33 $\pm$ 0,02	79,23	0,00
C20:4	6,04 $\pm$ 0,19	4,25 $\pm$ 0,66	1,40 $\pm$ 0,08	3,07 $\pm$ 0,09	245,22	0,00
$\Sigma$ SFA	29,33 $\pm$ 1,28	39,84 $\pm$ 5,36	25,01 $\pm$ 1,22	36,57 $\pm$ 0,98		
$\Sigma$ MUFA	43,31 $\pm$ 0,78	38,8 $\pm$ 2,24	49,76 $\pm$ 1,53	38,67 $\pm$ 1,25		
$\Sigma$ PUFA	26,18 $\pm$ 0,8	20,55 $\pm$ 2,31	22,94 $\pm$ 0,66	22,92 $\pm$ 0,66		
	mięśnie ud					
C14:0	0,39 $\pm$ 0,02	0,71 $\pm$ 0,12	0,58 $\pm$ 0,03	1,71 $\pm$ 0,05	593,78	0,00
C14:1	0,45 $\pm$ 0,04	0,20 $\pm$ 0,07	0,15 $\pm$ 0,02	0,17 $\pm$ 0,01	91,15	0,00
C16:0	19,58 $\pm$ 0,56	26,24 $\pm$ 2,54	18,90 $\pm$ 0,57	22,93 $\pm$ 0,47	52,83	0,00
C16:1	5,53 $\pm$ 0,41	5,55 $\pm$ 0,31	3,26 $\pm$ 0,24	5,68 $\pm$ 0,34	114,37	0,00
C18:0	5,43 $\pm$ 0,34	8,64 $\pm$ 1,25	6,11 $\pm$ 0,20	6,42 $\pm$ 0,31	36,29	0,00
C18:1	40,82 $\pm$ 0,58	35,41 $\pm$ 1,54	46,38 $\pm$ 0,51	35,14 $\pm$ 0,50	296,67	0,00
C18:2	20,41 $\pm$ 0,56	16,61 $\pm$ 1,00	17,06 $\pm$ 0,61	21,09 $\pm$ 0,51	92,85	0,00
C18:3	0,16 $\pm$ 0,02	0,38 $\pm$ 0,08	3,21 $\pm$ 0,15	1,20 $\pm$ 0,04	2200,72	0,00
C20:0	0,24 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,03	0,10 $\pm$ 0,02	0,22 $\pm$ 0,03	52,41	0,00
C20:1	0,41 $\pm$ 0,04	0,17 $\pm$ 0,07	0,65 $\pm$ 0,04	0,53 $\pm$ 0,03	177,54	0,00
C20:2	0,19 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,03	0,30 $\pm$ 0,02	0,33 $\pm$ 0,02	42,66	0,00
C20:4	2,43 $\pm$ 0,22	2,18 $\pm$ 0,16	1,07 $\pm$ 0,07	2,75 $\pm$ 0,15	196,46	0,00
$\Sigma$ SFA	25,64 $\pm$ 0,95	35,74 $\pm$ 3,94	25,69 $\pm$ 0,82	31,28 $\pm$ 0,86		
$\Sigma$ MUFA	47,21 $\pm$ 1,07	41,33 $\pm$ 1,99	50,44 $\pm$ 0,81	41,52 $\pm$ 0,88		
$\Sigma$ PUFA	23,19 $\pm$ 0,78	17,4 $\pm$ 1,27	24,34 $\pm$ 0,85	25,37 $\pm$ 0,72		

Źródło: wyniki badań własnych.

Spośród obecnych w mięsie drobiowym kwasów tłuszczowych najniższą zawartość odnotowano w przypadku kwasów wielonienasyconych. Polienowe kwasy tłuszczowe dzieli się na dwie grupy: n-3, określana jako rodzina kwasu  $\alpha$ -linolenowego (ALA) oraz n-6, określana jako rodzina kwasu linolowego (LA). Kwasy  $\alpha$ -linolenowy  $C_{18:3}$  i linolowy  $C_{18:2}$  są prekursorami wielonienasyconych kwasów tłuszczowych i muszą być dostarczane z pożywianiem, w związku z czym określone są jako NNKT [Marciniak-Łukasiak 2011]. Stanowią one nieodzowną część tkanek, są składnikiem fosfolipidów, a także umożliwiają prawidłowy transport lipidów. Ich spożywanie jest konieczne, ponieważ wywierają znaczny wpływ na prawidłowy wzrost i rozwój dzieci, młodzieży oraz osób w wieku dojrzałym. Niedobór NNKT zwiększa podatność organizmu na infekcje, ryzyko nadciśnienia tętniczego oraz upośledza czynności wielu ważnych narządów (nerki, wątroba, serce) [Adkins i Kelley 2010].

Chen i in. [2013] podają, że dostęp do wybiegów znacznie poprawia profil kwasów tłuszczowych w mięsie ptaków, czego nie potwierdzają wyniki badań własnych. Również Skomorucha i Sosnowka-Czajka [2015] oraz Mikulski i in. [2011] nie stwierdzili jednoznacznego wpływu warunków utrzymania na poprawę profilu kwasów tłuszczowych.

### 2.3. Określenie wydajności obróbki cieplnej

W tabeli 3 zaprezentowano wyniki badań, dotyczące wydajności obróbki cieplnej badanych próbek mięsa drobiowego. Wodochłonność jest istotnym czynnikiem, który kształtuje organoleptyczne cechy mięsa oraz jego przetworów. Przetwórcza przydatność mięsa jest tym wyższa, im większa ilość wody zostanie w nim zatrzymana. Zależność ta jest związana z fizykochemicznym stanem białek obecnych w mięsie [Kiczorowska i in. 2015].

Wśród analizowanych mięśni zarówno piersiowych, jak i udowych najwyższą wodochłonnością charakteryzowało się mięso drobiowe kurczaka kukurydzianego, ponieważ ubytek masy w mięśniach piersiowych rozdrobnionych wyniósł 19%, udowych zaś – 15,84%. Najniższą wodochłonność zaobserwowano w przypadku mięsa drobiowego kurczaka, pochodzącego z hodowli zagrodowej oraz ekologicznej.

W badaniach własnych zaobserwowano niższą wodochłonność w przypadku ptaków odchowywanych z dostępem do wybiegu, tj. kurczaka zagrodowego, ekologicznego w porównaniu z mięsem pochodzącym od kurczaka z hodowli klatkowej. Podobne wyniki uzyskali Tong i in. [2014], którzy stwierdzili, że dostęp do wybiegu obniża wodochłonność mięsa ptaków w porównaniu z ptakami z hodowli bezwybiegowej.

Tabela 3

Wydajność obróbki termicznej [%]

	Zagrodowy x ±SD	Kukurydziany x ±SD	Klatkowy x ±SD	Ekologiczny x ±SD	ANOVA	
					F	p
	mięśnie piersiowe					
Ubytek masy mięsa rozdrobnionego	21,61 ±0,18	19,00 ±0,86	19,65 ±0,10	25,50 ±0,23	341,46	0,00
Ubytek masy mięsa nierozdrobnionego	39,71 ±0,75	32,48 ±0,95	35,43 ±0,39	33,22 ±0,65	273,87	0,01
	mięśnie ud					
Ubytek masy mięsa rozdrobnionego	19,73 ±0,17	15,84 ±1,41	17,64 ±0,16	25,52 ±0,37	270,56	0,00
Ubytek masy mięsa nierozdrobnionego	25,39 ±0,64	29,55 ±1,45	30,71 ±0,63	30,26 ±0,31	157,21	0,00

Źródło: wyniki badań własnych.

Kiczorowska i in. [2015] w swoich badaniach wykazali nieznacznie wyższą zdolność zatrzymywania wody w przypadku ptaków posiadających dostęp do wybiegu w porównaniu z ptakami z hodowli klatkowej, uzasadniając swe wyniki modyfikacjami żywieniowymi w obu grupach. Z kolei Połtowicz i Doktor [2011] oraz Skomorucha i Sosnowka-Czajka [2015] nie zaobserwowały znacznych różnic w wodochłonności mięsa pochodzącego z różnych hodowli.

We wspomnianych badaniach nie odnotowano również wpływu żywienia na wodochłonność mięsa. Chen i in. [2013] podają, że niższa wodochłonność może być związana z niższym pH mięsa.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań można stwierdzić, że system chowu ma wpływ na podstawowe wyróżniki jakości mięsa drobiowego. Hodowla w systemie klatkowym przyczynia się do mniejszej zawartości wody w mięsie drobiowym przy jednocześnie niższej zawartości tłuszczu. W mięsie kurcząt z chowu w systemie klatkowym stwierdzono najwyższą zawartość białka w mięśniach piersiowych, ale najniższą w mięśniach udowych, na co mógł mieć wpływ sposób żywienia. Porównanie profilu kwasów tłuszczowych również wykazało, że największym udziałem kwasów nienasyconych charakteryzowało się mięso drobiu z chowu klatkowego. W przypadku wydajności obróbki termicznej najmniejszy ubytek masy odnotowano w przypadku mięsa z kurcząt kukurydzianych.

## BIBLIOGRAFIA

1. Adkins Y., Kelley D.S., *Mechanisms Underlying the Cardioprotective Effects of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids*, The Journal of Nutritional Biochemistry, 2010, 21, s. 781–792.
2. Chen X., Jiang W., Tan H.Z., Xu G.F., Zhang X.B., Wei S., Wang Q., *Effects of Outdoor Access on Growth Performance, Carcass Composition, and Meat Characteristics of Broiler Chickens*, Poultry Science, 2013, 92, s. 435–443.
3. Folch J., Less M., Sloane G.H., *A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipids from Animal Tissue*, Journal of Biological Chemistry, 1957, 226, s. 497–509.
4. Funaro A., Cardenia V., Petracci M., Rimini S., Rodriguez-Estrada M.T., Cavani C., *Comparison of Meat Quality Characteristics and Oxidative Stability between Conventional and Free-Range Chickens*, Poultry Science, 2014, 93, s. 1511–1522.
5. Gratta F., Birolo M., Piccirillo A., Petracci M., Maertens L., Xiccato G., Trocino A., *Effects of the Feeding System on Performance and Myopathy Occurrence in Two Broiler Chicken Genotypes*, Italian Journal of Animal Science, 2017, 16(1), s. 42–48.
6. Kiczorowska B., Samolińska W., Ridha Mustafa Al-Yasiry A., Winiarska-Mieczan A., Kwiecień M., *Wartość odżywcza mięsa drobiowego pochodzącego z produkcji konwencjonalnej i ekologicznej*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 2015, 96(3), s. 598–602.
7. Korytkowski B., *Wady mięsa drobiowego*, Hodowca Drobiu, 2017, 12, s. 18–24.
8. Krelowska-Kułas M., *Badanie jakości produktów spożywczych*, Wydawnictwo PWE, Warszawa 1993.
9. Lien R.J., Bilgili S.F., Hess J.B., Joiner K.S., *Induction of Deep Pectoral Myopathy in Broiler Chickens via Encouraged Wing Flapping*, Journal of Applied Poultry Research, 2012, 21, s. 556–562.
10. Maiorano G., *Wady mięsa i miopatie pojawiające się u kurcząt brojlerów: implikacje dla współczesnego przemysłu drobiarskiego*, Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego, 2017, 13(3), s. 43–51.
11. Marciniak-Lukasiak K., *Rola i znaczenie kwasów tłuszczowych omega-3*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, 6(79), s. 24–35.
12. Mikulski D., Celej J., Jankowski J., Majewska T., Mikulska M., *Growth Performance, Carcass Traits and Meat Quality of Slower-Growing and Fast-Growing Chickens Raised with and without Outdoor Access*, Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2011, 10(24), s. 1407–1416.
13. Modzelewska-Kapituła M., Cierach M., *Wykorzystanie komputerowej analizy obrazu do oznaczania zawartości wody wolnej w mięsie metodą Graua-Hamma – wpływ wielkości nacisku i czasu na wynik oznaczenia*, Inżynieria Przetwórstwa Spożywczego, 2012, 1, s. 1–4.



14. Ojha K.S., Harrison S.M., Brunton N.P., Kerry J.P., Tiwari B.K., 2017, *Statistical Approaches to Assess the Effect of Lactobacillus sakei Culture and Ultrasound Frequency on Fatty Acid Profile of Beefjerky*, Journal of Food Composition and Analysis, 2017, 57, s. 1–7.
15. Orkusz A., *Czynniki kształtujące jakość mięsa drobiu grzebiącego. Praca przeglądowa. Nauki Inżynierskie i Technologie*, 2015, 1(16).
16. Owens C.M., *Identifying Quality Defects in Poultry Processing*, Watt Poultry USA, 2014, s. 42–50.
17. Peisker K., *A Rapid Semi-micro Method for Preparation of Methyl Esters from Triglycerides Using Chloroform, Methanol, Sulphuric Acid*, Journal of the American Oil Chemists' Society, 1964, 41, s. 87–88.
18. Piechota A., *Na podstawie raportu: Rynek mięsa. Stan i perspektywy*, IERiGŻ – PIB, Warszawa 2017, 53.
19. Pietrzak D., Mierzejewska E., Mroczek J., Michalczuk M., Damaziak K., Makarski M., Adamowicz L., *Wpływ żywienia i płci na wybrane wyróżniki jakości mięsa gęsi białych kohudzkich*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 547(2–13), s. 49–56.
20. PN-A-04018:1975/Az3:2002, *Produkty rolniczo-żywnościowe – Oznaczanie azotu metodą Kjeldahla I przeliczanie na białko*.
21. PN-ISO 1444:2000, *Mięso i przetwory mięsne – oznaczanie zawartości wody (metoda odwoławcza)*.
22. PN-ISO 2917:2001, *Mięso i przetwory mięsne. Pomiar pH. Metoda odwoławcza*.
23. Połtowicz K., Doktor J., *Effect of Free-Range Raising on Performance, Carcass Attributes and Meat Quality of Broiler Chickens*, Animal Science Papers Reports, 2011, 29(2), s. 139–149.
24. Prost E., *Metody laboratoryjnych badań sanitarnych żywności zwierzęcego pochodzenia*, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie, Lublin 1978.
25. Przybylski W., Jaworska D., Boruszewska K., Borejko M., Podsiadły W., *Jakość technologiczna i sensoryczna wadliwego mięsa wieprzowego*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2012, 1(80), s. 116–127.
26. Skomorucha I., Sosnowka-Czajka E., *Wpływ systemu utrzymania kurcząt brojlerów na kształtowanie się wybranych parametrów jakościowych mięsa*, Roczniki Naukowe Zootechniki, 2015, 42(1), s. 45–53.
27. Tong H.B., Wang Q., Lu J., Zou J.M., Chang L.L., Fu S.Y., *Effect of Free-Range Days on a Local Chicken Breed: Growth Performance, Carcass Yield, Meat Quality, and Lymphoid Organ Index*, Poultry Science, 2014, 93, s. 1883–1889.
28. Wilkanowska A., *Białko mięsa drobiowego*, Hodowca Drobiu, 2018, 5.

## ASSESSMENT OF SELECTED QUALITY INDICATORS OF POULTRY AVAILABLE IN TRADE DEPENDING OF BREEDING SYSTEM

**Abstract:** The aim of this study was to assess selected quality indicators of poultry meat from various breeding systems, commercially available. Poultry meat from cage, farm, organic and maize fed was used. Samples were taken from chicken femoral and pectoral muscles. The following quality factors were assessed: protein, water, fat content and fatty acid profile as well as freshness and heat treatment efficiency.

Based on the conducted tests, statistically significant differences were found in the assessed quality parameters, depending on the farming system ( $p \leq 0.01$ ). Organic farming samples had the highest content of myristic acid. This has been reported for both meat obtained from the pectoral muscles and the thighs. In the case of linoleic acid, the highest amounts were found in pectoral and femoral muscles from both farm ( $19.84 \pm 0.76$  and  $20.41 \pm 0.56$ ) and organic ( $18.68 \pm 0.47$  and  $21.09 \pm 0.50$  respectively). In addition, organic farming samples had a high fat content. The pectoral muscles of cage system poultry contained the most protein. The findings of this study are informative and may be useful for poultry producers, e.g. when selecting the optimal breeding system.

**Keywords:** fatty acid profile, fat, water, protein, freshness, poultry meat.

# JAKOŚĆ PIECZYWA PSZENNO-ŻYTNIEGO I ŻYTNIEGO DOSTĘPNEGO NA TERENIE MAŁOPOLSKI

**Michał HALAGARDA, Małgorzata MIŚNIAKIEWICZ**

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem,  
Katedra Jakości Produktów Żywnościowych, e-mail: [michal.halagarda@uek.krakow.pl](mailto:michal.halagarda@uek.krakow.pl),  
e-mail: [malgorzata.misniakiewicz@uek.krakow.pl](mailto:malgorzata.misniakiewicz@uek.krakow.pl)

**Streszczenie:** Przetwory zbożowe są jednym z najczęściej spożywanych produktów żywnościowych. Wśród nich, pomimo negatywnego trendu systematycznego spadku konsumpcji indywidualnej, polscy konsumenci nadal najczęściej wybierają pieczywo. Najchętniej przy tym konsumowane jest pieczywo mieszane (pszenno-żytnie). Niemniej jednak ze względu na powszechną opinię o wysokich walorach zdrowotnych wzrasta spożycie pieczywa żytniego. W związku z powyższym celem badań było porównanie jakości pieczywa pszenno-żytniego i żytniego dostępnego na terenie Małopolski. Materiał badawczy stanowiło łącznie 48 próbek pieczywa, w tym 33 pszenno-żytniego i 15 żytniego. W tak dobranym materiale badawczym określono zawartość podstawowych składników odżywczych, wartość energetyczną, jakość sensoryczną oraz kwasowość i porowatość miękiszu. Dodatkowo zweryfikowano występowanie korelacji pomiędzy analizowanymi parametrami, zarówno dla pieczywa pszenno-żytniego, jak i żytniego.

Wyniki badań wskazały, iż pieczywo żytnie w stosunku do pszenno-żytniego charakteryzowało się istotnie wyższą zawartością wody, a niższą białka i węglowodanów. Dodatkowo miało mniejszą kaloryczność i porowatość, a wyższą kwasowość. Wyróżniała je też istotnie niższa ocena parametrów sensorycznych, takich jak: grubość skórki i elastyczność miękiszu, a wyższa porowatość. Ponadto stwierdzono, iż w przypadku pieczywa pszenno-żytniego występowała średnio silna korelacja pomiędzy kwasowością a sensoryczną oceną elastyczności miękiszu, a w przypadku pieczywa żytniego silna pomiędzy kwasowością a sensoryczną oceną grubości skórki i średnio silna pomiędzy zawartością chłorku sodu a sensoryczną oceną elastyczności miękiszu.

**Słowa kluczowe:** pieczywo, pieczywo pszenno-żytnie, pieczywo żytnie, jakość pieczywa.

## WSTĘP

Przetwory zbożowe stanowią jedną z najczęściej spożywanych grup produktów żywnościowych. W skali świata stanowią ok.  $\frac{3}{4}$  ilości produkowanej żywności. W dziennej racji pokarmowej dostarczają ok. 30% energii i białka oraz ok. 54% węglowodanów [Kawka 2010]. Wśród nich, pomimo negatywnego trendu spowodowanego zwiększeniem zainteresowania się konsumentów produktami substytucyjnymi, nadal bardzo dużą popularnością cieszy się pieczywo [Stanisławska i Kurzawa

2016; GUS 2020]. Jest ono źródłem złożonych węglowodanów, głównie skrobi i błonnika pokarmowego i w związku z tym powinno być elementem dobrze zbilansowanej diety oraz profilaktyki chorób dietozależnych [Gellynck i in. 2009]. Ponadto wartość żywieniową pieczywa wzbogacają obecne w nim białka, sole mineralne i witaminy, głównie z grupy B. Ilość tych składników odżywczych zależy głównie od rodzaju i stopnia przemiału mąki, a także częściowo od zastosowanego procesu technologicznego i użytych dodatków [Mastromatteo i in. 2013; Igbabul, Num i Amove 2014; González i in. 2017]. Walory sensoryczne pieczywa doceniane są przez konsumentów na całym świecie, pomimo że charakter pieczywa i jego rodzaje, a także preferencje konsumentów, różnią się w zależności od regionu, zwyczajów żywieniowych, czy sytuacji socjoekonomicznej [Motrena i in. 2011]. W Polsce najchętniej spożywane jest pieczywo pszenno-żytnie. Niemniej jednak w związku z powszechną opinią o wysokiej wartości odżywczej wzrasta konsumpcja pieczywa żytniego [Borowska i Kowrygo 2013].

Na konsumencką percepcję jakości pieczywa wpływają głównie jego właściwości sensoryczne [Hansen i Schieberle 2005; Gellynck i in. 2009; Igbabul, Num i Amove 2014]. Niemniej jednak, mimo iż konsumenci nie wiedzą wiele o wartości odżywczej pieczywa i metodach jego wytwarzania [Gellynck i in. 2009] cenią oni żywność, która cechuje się wysoką wartością żywieniową [Halagarda 2017].

Celem niniejszej pracy było porównanie jakości pieczywa pszenno-żytniego i żytniego dostępnego na terenie Małopolski.

## 1. MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło łącznie 48 próbek pieczywa. Badaniom poddano 33 próbki pieczywa pszenno-żytniego i 15 próbek pieczywa żytniego. Mniejszy udział pieczywa żytniego w próbie badawczej odzwierciedla jego ograniczoną dostępność na rynku. Pieczywo zostało zakupione w sklepach piekarniczych i spożywczych na terenie Małopolski. Wszystkie analizy prowadzone były w dniu wypieku pieczywa.

W celu określenia jakości żywieniowej oznaczano zawartość następujących parametrów pieczywa:

- wilgotności miękiszu za pomocą metody suszarkowej z wykorzystaniem temperatury 130°C przez godzinę [ISO 24557:2009];
- zawartości chlorku sodu metodą Mohra [PN-A-74108:1996];
- zawartości tłuszczu metodą Weibulla-Stoldta z wykorzystaniem zestawu do ekstrakcji Büchi B-811 [PN-A-74108:1996];

- zawartości białka metodą Kjeldahla z wykorzystaniem zestawu Büchi: mineralizatora B-426 połączonego ze skrublerem B-414 oraz modułu destylacyjnego K-314 [ISO 20483:2013];
- popiołu ogólnego poprzez prażenie próbki w temperaturze 525°C po uprzednim jej zwęgleniu i z wykorzystaniem pieca Nabertherm P-300 [ISO 2171:2007];
- popiołu nierozpuszczalnego w 4M HCl według metody przedstawionej w normie [PN-A-74014:1994];
- kwasowości miareczkowej według metody przedstawionej w normie [PN-A-74108:1996];
- porowatości miękiszu z wykorzystaniem metody opartej na prawie Archimedesesa, polegającej na pomiarze objętości miękiszu nienaruszonego i po usunięciu porów i z użyciem sześciaków o boku 3 cm wyciętych z miękiszu pieczywa [Chin, Martin i Campbell 2004].

Zawartość węglowodanów oraz wartość energetyczną obliczono według metody Winokurowa z wykorzystaniem współczynników przeliczeniowych Atwatera [Fedorowska i in. 1997].

Analiza jakości sensorycznej pieczywa została przeprowadzona przez zespół 12 wybranych oceniających [EN ISO 5492:2009] i z zastosowaniem 5-punktowej skali opisowej Tilgnera [Jędryka 2001]. Oceniający zostali wybrani i przeszkoleni zgodnie z metodologią opisaną w normie [EN ISO 8586:2014]. Analizie poddano wygląd i smak pieczywa, a także barwę, grubość i inne cechy skórki; oceniono elastyczność, porowatość i inne cechy miękiszu. Deskryptory parametrów pieczywa zostały opracowane przez zespół sześciu specjalistów ds. żywności (którzy nie brali udziału w ocenach sensorycznych) na podstawie wytycznych, przedstawionych w normie [ISO 11035:1994]. Współczynniki istotności określono na podstawie analizy atrybutów. Testy przeprowadzono w laboratorium sensorycznym zaprojektowanym zgodnie z normą [ISO 8589:2007]. Oceny przeprowadzono w pomieszczeniu o kontrolowanej temperaturze (22–24°C), z cyrkulacją powietrza i przy sztucznym świetle dziennym. Podczas oceny sensorycznej próbki przedstawione oceniającym były zakodowane. Kolejność próbek była losowa. Panel sensoryczny ocenił sześć różnych próbek w każdej sesji.

Wyniki badań poddano analizie z zastosowaniem metod statystyki matematycznej z wykorzystaniem pakietu R, wersja 3.6.1 [R Core Team 2019]. Zmienność rozkładu normalnego weryfikowano testem Shapiro-Wilka. Ze względu na fakt, że zarówno parametry fizykochemiczne, jak i sensoryczne nie miały rozkładu normalnego w analizowanych grupach analizę istotności przeprowadzono za pomocą testu Manna-Whitneya, a do weryfikacji występujących współzależności pomiędzy badanymi cechami wykorzystano współczynnik korelacji Spearmana. Przyjęto poziom istotności  $p = 0,05$ .

## 2. WYNIKI I DYSKUSJA

### 2.1. Jakość żywieniowa

Głównym składnikiem odżywczym pieczywa są węglowodany. Poza tym, w zależności od stopnia przemiału mąki, z której jest wytworzone, pieczywo zawiera mniejsze lub większe ilości białka, tłuszczu, wybranych składników mineralnych i witamin z grupy B [Bagdi i in. 2016].

Wyniki przeprowadzonych analiz fizykochemicznych wybranych rodzajów pieczywa przedstawiono w tabeli 1. Wskazują one, iż badane pieczywo pszenno-żytnie w stosunku do pieczywa żytniego charakteryzuje się istotnie niższą wilgotnością (odpowiednio, średnio 42,68 g/100 g i 46,08 g/100 g) i kwasowością miareczkową (odpowiednio, średnio 2,99 st. kw. i 5,51 st. kw.), natomiast istotnie wyższą porowatością (odpowiednio, średnio 76,94 i 66,79%) oraz istotnie wyższą zawartością białka (odpowiednio, średnio 7,4 g/100 g i 5,32 g/100 g) i węglowodanów (odpowiednio, średnio 47,49 g/100 g i 45,47 g/100 g), a także co za tym idzie, istotnie większą wartością energetyczną (odpowiednio, średnio 226,39 kcal/100 g i 216,53 kcal/100 g).

Zależności dotyczące wyższej zawartości wody w pieczywie żytnim w stosunku do pieczywa mieszanego (pszenno-żytniego) w większości potwierdzają wyniki badań przedstawionych w literaturze przedmiotu.

Radzymińska, Garbowska i Jakubowska [2013] wyznaczyły średnią zawartość wody w pieczywie żytnim konwencjonalnym na poziomie 46,90 g/100 g, a w tradycyjnym – na poziomie 45,69 g/100 g. Koletta i in. [2014] oraz Mikušová i in. [2013] zanotowały niższą zawartość wody w pieczywie pszenno-żytnim (odpowiednio 40,2 g/100 g i 38,26 g/100 g).

W przypadku pieczywa żytniego źródła literaturowe pozwalają również na potwierdzenie średniej kwasowości miareczkowej wyższej niż 5,5 st. kw. [Pasqualone i in. 2004; Radzymińska, Garbowska i Jakubowska 2013].

Pomimo różnic ilościowych, podobnie jak w niniejszych badaniach, Murniece i Straumite [2014] stwierdzili dla łotewskiego pieczywa pszenno-żytniego w stosunku do żytniego wyższą wartość energetyczną (odpowiednio, 257 kcal/100 g i 243 kcal/100 g), a także wyższą zawartość węglowodanów (odpowiednio, 50,04 g/100 g i 49,21 g/100 g) i białka (odpowiednio, 7,95 g/100 g i 7,08 g/100 g).

**Tabela 1**

Wyniki badań fizykochemicznych próbek pieczywa

Parametr	Pieczywo	N	Średnia	Odchylenie standardowe	p *
Wilgotność [g/100 g]	Pszenno-żytnie	33	42,68	1,55	<b>p &lt; 0,001</b>
	Żytnie	15	46,08	2,42	
Popiół ogólny [g/100 g]	Pszenno-żytnie	33	1,67	0,13	p = 0,964
	Żytnie	15	1,65	0,24	
Popiół nierozpuszczalny [g/100 g]	Pszenno-żytnie	31	0,04	0,02	p = 0,073
	Żytnie	15	0,05	0,02	
Chlorek sodu [g/100 g]	Pszenno-żytnie	33	1,49	0,19	p = 0,205
	Żytnie	15	1,41	0,21	
Białko [g/100 g]	Pszenno-żytnie	33	7,40	0,57	<b>p &lt; 0,001</b>
	Żytnie	15	5,32	0,73	
Tłuszcz [g/100 g]	Pszenno-żytnie	32	0,78	1,01	p = 0,31
	Żytnie	15	1,48	1,99	
Węglowodany [g/100 g]	Pszenno-żytnie	33	47,49	1,06	<b>p = 0,014</b>
	Żytnie	15	45,47	2,44	
Wartość energetyczna [kcal/100 g]	Pszenno-żytnie	33	226,39	10,02	<b>p = 0,045</b>
	Żytnie	15	216,53	16,11	
Kwasowość [st. kw.]	Pszenno-żytnie	33	2,99	0,94	<b>p &lt; 0,001</b>
	Żytnie	15	5,51	1,51	
Porowatość [%]	Pszenno-żytnie	33	76,94	5,91	<b>p &lt; 0,001</b>
	Żytnie	15	66,79	4,11	

## 2.2. Jakość sensoryczna

Percepcja wyrobów piekarniczych przez konsumentów jest zdeterminowana głównie przez jego walory sensoryczne, przede wszystkim wygląd, a co za tym idzie objętość, a także barwę, aromat i kruchość [Romanowska, Jankowska i Bielecki 2003; Gellynck i in. 2009]. Świeże pieczywo powinno wyróżniać się przyjemnym aromatem, odpowiednio miękkim i elastycznym miękiszem oraz chrupiącą skórką. Dobrej jakości pieczywo ponadto powinno cechować się skórką o równomiernym wybarwieniu, dobrze związaną z miękiszem, o grubości nie mniejszej niż 2 mm. Niedopuszczalne są obce posmaki i zapachy [PN-A-74108:1996; Waszkiewicz-Robak 2010].

Wyniki sensorycznej oceny jakości badanych próbek pieczywa przedstawiono w tabeli 2. Wskazują one, iż analizowane pieczywo pszenno-żytnie w stosunku do żytniego wyróżniało się istotnie wyżej ocenioną grubością skórki i elastycznością miększu. Otrzymało jednocześnie istotnie gorsze oceny za porowatość.

Tabela 2

Wyniki analizy sensorycznej próbek pieczywa

Parametr	Pieczywo	N	Średnia	Odchylenie standardowe	p *
Wygląd zewnętrzny	Pszенno-żytnie	33	4,39	0,66	p = 0,861
	Żytnie	15	4,40	0,51	
Skórka – barwa	Pszенno-żytnie	33	4,55	0,62	p = 0,407
	Żytnie	15	4,60	0,83	
Skórka – grubość	Pszенno-żytnie	33	4,79	0,42	<b>p = 0,014</b>
	Żytnie	15	4,27	0,8	
Skórka – pozostałe cechy	Pszенno-żytnie	33	4,15	0,44	p = 0,095
	Żytnie	15	4,40	0,51	
Miększ – elastyczność	Pszенno-żytnie	33	4,45	0,67	<b>p = 0,031</b>
	Żytnie	15	3,87	0,92	
Miększ – porowatość	Pszенno-żytnie	33	4,03	0,59	<b>p = 0,003</b>
	Żytnie	15	4,60	0,51	
Miększ – pozostałe cechy	Pszенno-żytnie	33	4,30	0,59	p = 0,093
	Żytnie	15	4,00	0,53	
Smak i zapach	Pszенno-żytnie	33	4,48	0,51	p = 0,111
	Żytnie	15	4,20	0,56	
WSJC	Pszенno-żytnie	33	3,57	0,25	p = 0,938
	Żytnie	15	3,54	0,37	

### 2.3. Analiza zależności pomiędzy analizowanymi parametrami

Istotne korelacje pomiędzy parametrami zestawiono w tabeli 3 (pieczywo pszenno-żytnie) i tabeli 4 (pieczywo żytnie).

W przypadku pieczywa pszenno-żytniego analiza statystyczna wskazała na występowanie słabych, dodatnich korelacji pomiędzy zawartością soli oraz oceną elastyczności miększu i wskaźnikiem sensorycznej jakości całkowitej (WSJC). Dodatek chlorku sodu wpływa zatem pozytywnie na jakość sensoryczną pieczywa, a przede wszystkim na elastyczność miększu.



**Tabela 3**

Statystycznie istotne korelacje pomiędzy parametrami pieczywa pszenno-żytniego

Parametry		Współczynnik korelacji	P	Kierunek zależności	Siła zależności
Sól	Miękisz – elastyczność	0,37	0,034	dodatni	słaba
Sól	WSJC	0,357	0,042	dodatni	słaba
Kwasowość	Wygląd zewnętrzny	0,469	0,006	dodatni	słaba
Kwasowość	Miękisz – elastyczność	0,504	0,003	dodatni	średnia
Kwasowość	WSJC	0,471	0,006	dodatni	słaba
Porowatość	Wygląd zewnętrzny	-0,38	0,029	ujemny	słaba

Ponadto stwierdzono słabą, dodatnią korelację pomiędzy kwasowością pieczywa a jego oceną wyglądu zewnętrznego i wskaźnikiem jakości sensorycznej całkowitej, a także średnio silną korelację pomiędzy kwasowością a oceną elastyczności miękiszu.

Wzrost kwasowości sprzyja zatem zarówno poprawie elastyczności miękiszu, jak i powiązany jest pozytywnie z wyglądem zewnętrznym pieczywa, wpływając pozytywnie na jakość sensoryczną pieczywa. Odnotowano także ujemną słabą korelację pomiędzy oceną porowatości a oceną wyglądu zewnętrznego. Im wygląd zewnętrzny był zatem wyżej oceniany, tym porowatość uzyskiwała niższe noty oceniających.

W odniesieniu do pieczywa żytniego stwierdzono jedynie dwie istotne statystycznie korelacje: silną, ujemną pomiędzy kwasowością a grubością skórki, a także, podobnie jak w przypadku pieczywa pszenno-żytniego, średnią, dodatnią pomiędzy zawartością soli i oceną elastyczności miękiszu. W przypadku pieczywa żytniego dodatek chlorku sodu intensywniej wpływał na jakość miękiszu niż w przypadku pieczywa pszenno-żytniego.

**Tabela 4**

Statystycznie istotne korelacje pomiędzy parametrami pieczywa żytniego

Parametry		Współczynnik korelacji	P	Kierunek zależności	Siła zależności
Sól	Miękisz – elastyczność	0,628	0,012	dodatni	średnia
Kwasowość	Skórka – grubość	-0,82	< 0,001	ujemny	silna

## PODSUMOWANIE

Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, iż pieczywo żytnie w stosunku do pszenno-żytniego charakteryzuje się istotnie wyższą zawartością wody, a niższą białka i węglowodanów. Ponadto posiada istotnie mniejszą kaloryczność i porowatość, a wyższą kwasowość. Wyróżnia je istotnie niższa ocena jakości parametrów sensorycznych, takich jak: grubość skórki i elastyczność miękiszu. Warto podkreślić, że porowatość miękiszu pieczywa żytniego, mimo że statystycznie niższa niż pieczywa pszenno-żytniego, została wyżej oceniona w badaniach sensorycznych. Poza tym ustalono, iż w przypadku pieczywa pszenno-żytniego występuje średnio silna korelacja pomiędzy kwasowością a sensoryczną oceną elastyczności miękiszu, a w przypadku pieczywa żytniego silna pomiędzy kwasowością a sensoryczną oceną grubości skórki i średnio silna pomiędzy zawartością chlorku sodu a sensoryczną oceną elastyczności miękiszu.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bagdi A., Toth B., Lorincz R., Szendi S., Gere A., Kokai Z., Sipos L., *Effect of Aleurone-Rich Flour on Composition, Baking, Textural, and Sensory Properties of Bread*, LWT – Food Science and Technology, 2016, 65, s. 762–769.
2. Borowska A., Kowrygo B., *Innowacyjność produktowa na przykładzie sektora piekarskiego*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2013.
3. Chin N.L., Martin P.J., Campbell G.M., *Aeration during Bread Dough Mixing: I. Effect of Direction and Size of a Pressure Step-Change during Mixing on the Turnover of Gas*, Food and Bioproducts Processing, 2004, 82(4), s. 261–267.
4. EN ISO 5492:2009, *Sensory Analysis. Vocabulary*, ISO, Geneva 2009.
5. EN ISO 8586:2014, *Sensory Analysis. General Guidelines for the Selection, Training and Monitoring of Selected Assessors and Expert Sensory Assessors*, ISO, Geneva 2014.
6. Fedorowska Z., Hennig J., Kołodyńska L., Librowska B., *Bromatologia*, Wydawnictwo AMK, Kraków 1997.
7. Gellynck X., Kühne B., Van Bockstaele F., Van de Walle D., Dewettinck K., *Consumer Perception of Bread Quality*, Appetite, 2009, 53, s. 16–23.
8. González G.S., Cova M.C., Lires C., Horak C., Gómez B., Narvaiz P., *A Highly Nutritive Bread, Developed and Gamma Irradiated to Serve in Disaster Relief or as an Emergency Ration*, Food Control, 2017, 72, s. 338–344.
9. Halagarda M., *Decomposition Analysis and Consumer Research as Essential Elements of the New Food Product Development Process*, British Food Journal, 2017, 119(3), s. 511–526.

10. Hansen A., Schieberle P., *Generation of Aroma Compounds during Sourdough Fermentation: Applied and Fundamental Aspects*, Trends in Food Science and Technology, 2005, 16, s. 85–94.
11. Igbabul B., Num G., Amove J., *Quality Evaluation of Composite Bread Produced from Wheat, Maize and Orange Fleshed Sweet Potato Flours*, American Journal of Food Science and Technology, 2014, 2(4), s. 109–115.
12. ISO 11035:1994, *Sensory Analysis. Identification and Selection of Descriptors for Establishing a Sensory Profile by a Multidimensional Approach*, ISO, Geneva 1994.
13. ISO 2171:2007, *Cereals, Pulses and By-Products. Determination of Ash Yield by Incineration*, ISO, Geneva, 2007.
14. ISO 8589:2007, *Sensory Analysis. General Guidance for the Design of Test Rooms*, ISO, Geneva 2007.
15. ISO 24557:2009, *Pulses. Determination of Moisture Content. Air-Oven Method*, ISO, Geneva 2009.
16. ISO 20483:2013, *Cereals and Pulses. Determination of the Nitrogen Content and Calculation of the Crude Protein Content. Kjeldahl Method*, ISO, Geneva 2013.
17. Jędryka T., *Metody sensoryczne*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Kraków 2001.
18. Kawka A., *Współczesne trendy w produkcji piekarskiej. Wykorzystanie owsa i jęczmienia jako zbóż niechlebowych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 70(3), s. 25–43.
19. Koletta P., Irakli M., Papageorgiou M., Skendi A., *Physicochemical and Technological Properties of Highly Enriched Wheat Breads with Wholegrain non Wheat Flours*, Journal of Cereal Science, 2014, 60, s. 561–568.
20. Mastromatteo M., Guida M., Danza A., Laverse J., Frisullo P., Lampignano V., Nobile M.A., *Rheological, Microstructural and Sensorial Properties of Durum Wheat Bread as Affected by Dough Water Content*, Food Research International, 2013, 51, s. 458–466.
21. Mikušová L., Gereková P., Kocková M., Šturdík E., Valachovičová M., Holubková A., Vajdák M., Mikuš L., *Nutritional, Antioxidant, and Glycaemic Characteristics of New Functional Bread*, Chemical Papers, 2013, 67(3), s. 284–291.
22. Motrena S.G., Carvalho M.J., Canada J., Alvarenga N.B., Lidon F.C., Elisa B.P., *Characterization of Gluten-Free Bread Prepared from Maize, Rice and Tapioca Flours Using the Hydrocolloid Seaweed Agar-Agar*, Recent Research in Science and Technology, 2011, 3, s. 64–68.
23. Murniece I., Straumite E., *The Information Presented on Labels for Bread Produced in Latvia*, Food Chemistry, 2014, 162, s. 117–121.
24. Pasqualone A., Caponio F., Summo C., Arapi V., *Characterisation of Traditional Albanian Breads Derived from Different Cereals*, European Food Research and Technology, 2004, 219, s. 48–51.
25. PN-A-74014:1994, *Przetwory zbożowe. Oznaczanie popiołu nierozpuszczalnego w 4M roztworze kwasu solnego*, PKN, Warszawa 1994.

26. PN-A-74108:1996, *Pieczywo. Metody badań*, PKN, Warszawa 1996.
27. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*, R Foundation for Statistical Computing, Wiedeń 2019.
28. Radzyńska M., Garbowska B., Jakubowska D., *Health Quality and Nutritional Value of Rye Bread Produced on a Small and Large Scale in Poland*, Italian Journal of Food Science, 2013, 25, s. 126–132.
29. Romanowska I., Jankowska K., Bielecki S., *Zastosowanie ksylanazy grzybowej w piekarnictwie*, Biotechnologia, 2003, 2, s. 117–127.
30. Stanisławska J., Kurzawa I., *Spożycie pieczywa i produktów zbożowych w gospodarstwach domowych według grup społeczno-ekonomicznych w Polsce*, Studia i Prace WNEiZ, 2016, 43, s. 391–402.
31. Waszkiewicz-Robak B., *Technologia produkcji oraz ocena jakości pieczywa*, [w:] Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B. (red.), *Towaroznawstwo żywności przetworzonej z elementami technologii*, SGGW, Warszawa 2010, s. 405–437.

#### Źródła internetowe

32. GUS, 2020, *Mały Rocznik Statystyczny Polski 2020*, Warszawa, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/maly-rocznik-statystyczny-polski-2020,1,22.html> (dostęp 31.08.2020).

## QUALITY OF WHEAT-RYE AND RYE BREAD AVAILABLE IN LESSER POLAND

**Abstract:** Cereal preparations are one of the most commonly consumed food products. Among them, despite the negative trend of decreasing consumption, Polish consumers still most often choose bread. Wheat-rye bread is most frequently consumed, while the consumption of rye bread is growing due to the widespread opinion about its high nutritional value.

Therefore, the purpose of the study was to compare the quality of wheat-rye and rye bread available in Lesser Poland. The research material constituted of 48 bread samples (33 wheat-rye and 15 rye). The content of basic nutrients, energy value, sensory quality as well as acidity and porosity of breads were determined. In addition, the correlations between the analyzed parameters were verified for both wheat-rye and rye breads.

Research results indicated that rye bread compared to wheat-rye bread is characterized by a significantly higher water, and lower protein and carbohydrate content. In addition, it has lower energy value and porosity, and higher acidity. It is also distinguished by a significantly lower assessment of sensory parameters such as skin thickness and elasticity of the crumb, and higher porosity. In addition, it was found that in the case of wheat-rye bread there is a medium strong correlation between acidity and sensory assessment of crumb elasticity, and in the case of rye bread a strong correlation between acidity and sensory assessment of skin thickness and a medium strong correlation between sodium chloride content and sensory assessment of crumb elasticity.

**Keywords:** bread, wheat-rye bread, rye bread, quality of bread.

# ZASTOSOWANIE POCHŁANIACZA TLENU DO OCHRONY ZAPAKOWANEGO MIELONEGO MIĘSA WIEPRZOWEGO

**Mariola JASTRZĘBSKA**

Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa,  
Katedra Towaroznawstwa Przemysłowego i Chemii, e-mail: m.jastrzebska@wpit.umg.edu.pl

**Streszczenie:** Od wielu lat coraz więcej badań poświęconych jest opakowaniom aktywnym. Interesujące wydało się zastosowanie pochłaniacza tlenu do ochrony zapakowanego próżniowo mielonego mięsa wieprzowego. Na rynku nadal opakowania aktywne nie są powszechnie używane dla tego asortymentu.

Celem pracy było zbadanie wpływu pochłaniacza tlenu na utrzymywanie jakości oraz wydłużanie okresu przydatności do spożycia mięsa mielonego, przechowywanego w warunkach chłodniczych.

Zastosowanie pochłaniacza tlenu powinno zahamować zachodzenie niepożądanych reakcji i spowolnić procesy rozkładu. Porcje mielonego mięsa wieprzowego zostały zapakowane próżniowo w folię poliamidowo-polietylenową wraz z pochłaniaczem tlenu i przechowywane w temperaturach 2 i 9°C. Po upływie zadanej ilości czasu przechowywania próbki mięsa poddawano badaniom organoleptycznym oraz fizykochemicznym, takim jak oznaczanie kwasowości, wykrywanie amoniaku oraz wykrywanie siarkowodoru.

Zastosowanie pochłaniacza tlenu spowolniło procesy rozkładu mięsa mielonego w warunkach chłodniczych. Jakość produktu przechowywanego z pochłaniaczem tlenu była lepsza w porównaniu z próbkami przechowywanymi w tych samych warunkach, ale bez obecności pochłaniacza.

**Słowa kluczowe:** pochłaniacz tlenu, wieprzowe mięso mielone, pakowanie próżniowe.

## WSTĘP

Zapotrzebowanie na mięso ze zwierząt rzeźnych corocznie wzrasta. W Polsce w 2018 roku wynosiło 2 319 tys. ton [GUS 2019]. Około 60% w ujęciu ilościowym produktów mięsnych wybieranych przez Polaków stanowi mięso świeże, pozostałe 40% to inne przetwory. Obserwuje się wzrost mięsa świeżego pakowanego w opakowania jednostkowe już w zakładach produkcyjnych. Pozwala to ograniczyć pracę personelu na zapleczu sklepu, zapewnia wysokie bezpieczeństwo mikrobiologiczne zapakowanego mięsa oraz spełnia wymagania konsumentów [Sakowska i in. 2014]. Podobnie jak inne czerwone mięso, mięso wieprzowe jest bogatym źródłem o wysokiej wartości białka, tłuszczów, witaminy i mikroelementów, dlatego odgrywa ważną rolę w diecie człowieka.

Znane są różne sposoby pakowania mięsa, w tym pakowanie próżniowe, które pozwala zachować jego wysoką jakość. Uzyskanie obniżenia zawartości tlenu w opakowaniu pozwala na zredukowanie jego negatywnego wpływu na mięso. Zapobiega wysuszeniu i tworzeniu twardej powierzchni mięsa, rozwojowi mikroorganizmów, utracie aromatu, zmniejszeniu masy [Sakowska i in. 2014]. Cena pakowania próżniowego stanowi około 1–3% w stosunku do ceny produktu [Sakowska i in. 2014].

Aby wydłużyć czas przydatności do spożycia stosuje się coraz więcej komercyjnych pochłaniaczy tlenu lub środki przeciwtleniające do pakowania mięsa [Kerry, O'Grady i Hogan 2006; Cierpiszewski 2016; Foltynowicz i in. 2017].

Ciekawym rozwiązaniem wydaje się też, zaproponowane przez hiszpańskich naukowców, zastosowanie czujników kolorymetrycznych, śledzących rosnący poziom dwutlenku węgla, skorelowany ze świeżością mięsa [Perez de Vargas-Sansalvadora i in. 2020] lub w Japonii potencjometrycznych elektrod do wykrywania związków organicznych i siarczków [Kaneki i in. 2004]. Prowadzone są też prace nad rozwojem opakowań inteligentnych do pakowania mięsa [McMillin 2017].

## 1. PAKOWANIE ŚWIEŻEGO MIĘSA WIEPRZOWEGO

Mięso pakuje się w celu uniknięcia zabrudzeń, ograniczenia ubytków wody, utrzymania właściwego zabarwienia jego powierzchni, a także ochrony przed nadmiernym dostępem tlenu powodującym zmiany tłuszczu [McMillin 2017]. Tradycyjnym systemem pakowania mięsa bezpośrednio u rzeźnika było owijanie go w papier lub papier woskowany. Obecnie kupuje się porcje mięsa zapakowanego w sposób trwały w zakładach przetwórczych, a sprzedaje się je w chłodniach w sklepach samoobsługowych. W związku z tym koniecznością jest wprowadzanie nowych technologii pakowania, zapewniających dłuższy czas przechowywania surowca i produktów mięsnych. Oczekuje się, aby mięso zachowywało pożądaną świeżość, kolor, wygląd i konsystencję. Zawartość białka w mięsie zwierząt rzeźnych zależy od gatunku i waha się od 12–22%, a przy tym białko zawiera bardzo korzystny skład aminokwasów i wraz białkami roślinnymi stanowi cenny składnik diety.

### 1.1. Zmiany mięsa w czasie przechowywania

Barwa mięsa stanowi podstawowy wyróżnik jakości technologicznej i kulinarnej, toteż jest głównym kryterium ocenianym przez konsumentów [Zalewska i in. 2012]. W mięsie występuje głównie czerwony barwnik mięsniowy – mioglobina (ok. 90%). Pozostałymi barwnikami są hemoglobina, cytochromy oraz peroksydazy.

Naturalna purpurowo-czerwona barwa, powstająca dzięki obecności zredukowanych barwników, zmienia się przy dużym dostępie tlenu w również pożądaną barwę jasnoczerwoną, pochodzącą od barwników utlenionych – oksymyoglobiny. Natomiast na skutek utlenienia  $\text{Fe}^{2+}$  do  $\text{Fe}^{3+}$  powstaje niepożądana barwa brązowa metmyoglobiny. W świeżym mięsie wieprzowym istnieje równowaga między mioglobina, oksymyoglobina i metmyoglobina.

Jasnoczerwona barwa oksymyoglobiny kojarzona jest przez konsumentów ze świeżością, dlatego często w pakowaniu świeżego mięsa wieprzowego dopuszcza się obecność tlenu. Odpowiednią barwą mięsa wieprzowego jest różowoczerwona do ciemnoczerwonej, a tłuszczu – biała, z dopuszczalnym odcieniem kremowym lub różowym. Lekkie zszarzenie lub pociemnienie mięsa na powierzchni jest dopuszczalne. Konsystencja mięsa przechowywanego w warunkach chłodniczych powinna być miękka, a zapach właściwy dla mięsa świeżego. Mięso, które podlega rozpadowi autolitycznemu, poza zmianą barwy ulega także zmianom konsystencji. Staje się mało spoiste i ciastowate. Charakteryzuje się sporym wyciekami oraz nieprzyjemnym, kwaśnym zapachem. Zmiany te powodowane są przez wytworzenie lotnych substancji rozpuszczalnych w wodzie, którymi są m.in. siarkowodór, amoniak, aminy i kwasy tłuszczowe. Gnienie mięsa prowadzi do rozpadowej tekstury i odrażającego zapachu, które całkowicie dyskwalifikują zdolność mięsa do spożycia [Przybyłowski 2013].

Kwasowość jest jednym z podstawowych parametrów, które świadczą o jakości produktów spożywczych. Dla świeżego mięsa pH powinna wynosić 5,7–6,2. Mięso przekraczające pH 6,3 charakteryzuje się nieelastyczną i twardą konsystencją oraz ciemną barwą. Z kolei, jeśli glikoliza poubojowa przebiegała zbyt szybko, to dochodzi do gwałtownego zakwaszenia mięsa i jego pH kształtuje się na poziomie 5,4. Mięso charakteryzuje się wtedy bardzo jasną barwą, małą elastycznością i wodnistą konsystencją. Zmiany kwasowości informują o procesach zachodzących w produktach spożywczych.

Rozpad gnilny jest procesem rozkładu związków białkowych, zachodzącym w warunkach beztlenowych. Za gnienie odpowiedzialne są enzymy proteolityczne, które są wytwarzane i wydzielane przez bakterie gnilne. Białka zawarte w mięsie ulegają hydrolizie do aminokwasów. Wiązania peptydowe w cząsteczkach białek są rozrywane przez enzymy proteolityczne. W wyniku tego procesu powstają polipeptydy, które ulegają kolejnemu rozpadowi na peptydy, a następnie na aminokwasy. Aminokwasy mogą podlegać dalszemu rozpadowi poprzez reakcje dekarboksylacji lub dezaminacji. Dekarboksylacja aminokwasów jest procesem, podczas którego oderwaniu ulega tlenek węgla IV, a z aminokwasu powstaje odpowiednia amina. Pozostałe aminy ulegają dezaminacji. W procesie dezaminacji aminokwasów amoniak odrywa się od cząsteczki aminokwasu. W wyniku tej reakcji poza

amoniakiem powstają także alkohole, kwasy tłuszczowe, hydroksykwasy oraz ketokwas.

Mięso nieprzetworzone poddaje się również badaniu wykrywania związków siarkowych. Siarkowodor powstaje w mięsie podczas procesu rozkładu gnilnego oraz w wyniku kwaśnej fermentacji. Podobnie jak amoniak, siarkowodor wytwarzany jest w reakcji dezaminacji. Aminokwasy zawierające siarkę rozpadają się na siarkowodor i merkaptan.

W prawidłowo przeprowadzonym procesie uboju, w dobrych warunkach higienicznych, badania wykazują obecność nielicznych ziarniaków z rodzaju *Micrococcus*. Psucie mięsa powodowane jest najczęściej przez tlenowe pałeczki Gram-ujemne. Przy dużym zanieczyszczeniu występują wyczuwalne już zmiany zapachowe.

## 1.2. Opakowania mięsa

Do pakowania świeżego mięsa stosuje się folie przepuszczające powietrze lub z porami, które umożliwiają dyfuzję tlenu z atmosfery, aby spowodować tworzenie się na powierzchni oksymyoglobiny w mięsie, która pozwala uzyskać atrakcyjny jasnoczerwony kolor świeżego mięsa. Jednak wzrastająca ilość tlenu powoduje brązowienie mięsa, wpływa też na wzrost ilości bakterii tlenowych, co prowadzi do krótkiego okresu przydatności do spożycia. W związku z tym najczęściej, aby zachować wysokie walory mięsa, jest ono pakowane w folię barierową na tackach ze spienionego polistyrenu lub próżniowo, a coraz częściej też w modyfikowanej atmosferze gazów [Górnicka i in. 2012].

Pakowanie próżniowe stanowi dobrą ochronę i zabezpiecza mięso przed wysychaniem, utlenianiem oraz utratą zapachu. Pozwala przechowywać mięso przez dłuższy okres niż opakowania tradycyjne. Trzeba pamiętać, że przy pakowaniu próżniowym szybko następuje odtlenowanie oksymyoglobiny i powstaje bardziej podatna na utlenienie mioglobina. Ostatnio silnie rozwija się zainteresowanie opakowaniami aktywnymi wraz z pojawiającymi się nowymi preferencjami konsumentów, dotyczącymi wygody i jakości produktów oraz przedłużenia ich okresu przydatności do spożycia [Kerry, O'Grady i Hogan 2006].

## 1.3. Pochłaniacze tlenu

Przedłużenie okresu przydatności do spożycia mielonego mięsa wieprzowego, pakowanego w opakowania jednostkowe, można uzyskać, stosując pochłaniacze tlenu zarówno organiczne (np. polimery z podwójnymi wiązaniami), jak i nieorganiczne (np. żelazo w postaci proszku) [McMillin 2017].



Połączone użycie pochłaniaczy tlenu z opakowaniem próżniowym prawie całkowicie usuwa tlen i minimalizuje skutki przenikania tlenu przez materiał opakowaniowy. Istniejące technologie pochłaniaczy tlenu opierają się głównie na reakcjach utleniania sproszkowanego żelaza, kwasu askorbinowego, fotoczułych barwników, nienasyconych kwasów tłuszczowych czy reakcjach enzymatycznych (np. oksydazy glukozowej) lub aktywności immobilizowanych drożdży [Realini i Marcos 2014]. Liczba rozwiązań dotyczących pochłaniaczy tlenu ciągle rośnie. W latach 1994–2014 znaleziono ponad 3000 zgłoszeń patentowych i przyznanych patentów, dotyczących ich [Foltynowicz 2014].

Najpopularniejsze są pochłaniacze tlenu oparte na utlenieniu żelaza, wprowadzanym w postaci proszku do saszetek. Na rynku można spotkać je pod różnymi nazwami: Ageless<sup>®</sup>, FreshMax<sup>™</sup>, FreshPax<sup>™</sup>. Mogą one zaabsorbować od 20 do 2000 cm<sup>3</sup> tlenu. Obniżają stężenie tlenu w opakowaniach nawet poniżej 0,01% [Cierpiszewski 2016].

W Polsce od ponad 15 lat badaniami nad pochłaniaczami tlenu zajmują się naukowcy z Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu [Foltynowicz i in. 2017]. Wykorzystują nanocząsteczki żelaza na nośniku silikonowym. W przeciwieństwie do dotychczas stosowanych absorberów na bazie żelaza nie jest wymagana obecność wody, aby zwiększyć ich wydajność.

Choć zastosowanie pochłaniaczy tlenu w obecnej formie dla mięsa mielonego może wydawać się mało efektywne, ich rozwój w ciągu najbliższych lat może doprowadzić do powstania rozwiązania wysokowydajnego i ekonomicznego. Usuwanie tlenu przenikającego przez folię opakowaniową oraz eliminacja szczątkowej ilości tlenu z wnętrza opakowania próżniowego mięsa mielonego powinna wpłynąć pozytywnie na utrzymywanie jego dobrej jakości.

## 2. CZĘŚĆ BADAWCZA

Zbadano wpływ komercyjnego pochłaniacza tlenu na utrzymywanie jakości i wydłużanie okresu przydatności do spożycia mielonego mięsa wieprzowego, przechowywanego w warunkach chłodniczych.

### 2.1. Materiał badawczy

W badaniach zastosowano mielone mięso wieprzowe, folię opakowaniową PA/PE oraz pochłaniacz tlenu.

### 2.1.1. Pakowany produkt

Produktem spożywczym, wybranym w celu przeprowadzenia badań, było mięso wieprzowe, pochodzące z części kwalifikowanej według rozbioru zasadniczego do łopatki. W celu przyspieszenia tempa zachodzenia procesów zdecydowano się na poddanie mięsa procesowi mielenia. Mięso mielone przed zapakowaniem posiadało prawidłową, różową barwę cząstek mięsniowych i białą elementów tłuszczowych. Cechowało się spójną konsystencją. Nie stwierdzono obecności amoniaku oraz siarkowodoru w przesączu, co świadczyło o dobrej jakości mięsa i jego świeżości.

### 2.1.2. Materiał opakowaniowy

Do pakowania zastosowano folię dwuwarstwową o grubości 200  $\mu\text{m}$ , składającą się z warstwy zewnętrznej poliamidu oraz wewnętrznej polietylenu. Przepuszczalność tlenu dla tego materiału wynosi 16–19  $\text{cm}^3/\text{m}^2$  w czasie 24 godzin w temperaturze 23°C. Jędra [2013] badań zmiany udziału tlenu w atmosferze w woreczkach wykonanych z poliamidu i polietylenu o grubości 80  $\mu\text{m}$  i zaobserwował nieznaczne zmiany po 9 dniach w temperaturze 5°C. Jedynie po 16 dniach wzrost ilości tlenu osiągnął wartość 4,1%.

### 2.1.3. Pochłaniacz tlenu

Zastosowano pochłaniacz tlenu firmy Mitsubishi Gas Chemical Company, o nazwie AGELESS typu ZP. Przeznaczony jest on dla produktów spożywczych, cechujących się średnią lub wysoką zawartością wody. Pochłaniacz ten stanowi saszetka wykonana z przepuszczającego gazy materiału, składającego się z wielowarstwowej folii PET/Papier/PE. Saszetka wypełniona jest proszkiem, w którego skład wchodzi:

- tlenek żelaza (Fe);
- kalcynowana ziemia krzemkowa – główny składnik: ditlenek krzemu ( $\text{SiO}_2$ );
- zeolit ( $\text{Na}(\text{AlO}_2 \cdot 5\text{SiO}_2)3\text{H}_2\text{O}$ ).

Zastosowane żelazo ma postać proszku, co zapewnia możliwie największą powierzchnię, na której zachodzi reakcja między metalem a tlenem. Na zeolit naniesiono substancję aktywną – tlenek żelaza (II), który pod wpływem obecnych w opakowaniu tlenu i wilgoci zostaje utleniony do tlenku żelaza (III). W ten sposób eliminowany jest tlen z otoczenia przechowywanego produktu. Pochłaniacz może pochłoniąć 30 ml tlenu. Pojemność pochłaniacza wybrano zgodnie z metodą prezentowaną przez IMPAK Corporation [2020]. Umieszczono go w postaci jednej zamkniętej saszetki wraz z mięsem mielonym w folii opakowaniowej. Zadaniem pochłaniacza było zmniejszenie ilości tlenu i utrzymanie jego niskiego poziomu w zamkniętym próżniowo opakowaniu, służącym przechowywaniu produktu.

## 2.2. Przygotowanie próbek

Próbki zmielonego mięsa, ważące około 40 g każda, umieszczono w przygotowanych workach foliowych o wymiarach 10,5 x 14,8 cm. Do połowy z nich natychmiast po wyjęciu z opakowania zbiorczego dodano po jednej saszetce pochłaniacza tlenu AGELESS. Następnie wszystkie próbki zamknięto próżniowo w pakowarce firmy TEPRO, model PP-4.2E o wydajności pompy próżniowej 8 m<sup>3</sup>/h. Próbki zapakowane w opakowanie próżniowe bez pochłaniacza i z pochłaniaczem tlenu umieszczono w dwóch lodówkach, o różnych temperaturach 2 i 9°C. Do badań próbki wyjmowano po upływie kolejno 3, 4, 5, 7 i 10 dni.

## 2.3. Metody badawcze

Mielone mięso wieprzowe badano organoleptycznie oraz określano jego kwasowość. Przeprowadzono też próby wykrywania amoniaku odczynnikami Nesslera oraz wykrywania siarkowodoru.

### 2.3.1. Badania organoleptyczne

Mięso świeże poddano ocenie organoleptycznej, podczas której badano wygląd zewnętrzny, barwę mięsa oraz tłuszczu, konsystencję i strukturę oraz zapach mięsa zgodnie z normą BN-71/8011-13:1971. Sprawdzanie wyglądu zewnętrznego, barwy, konsystencji i struktury wykonywano wzrokowo, bez wyjmowania produktu z bezpośredniego opakowania. Zapach sprawdzano po otwarciu opakowania. Podstawę do dyskwalifikacji mięsa może stanowić samo badanie organoleptyczne, bez dodatkowych badań chemicznych i bakteriologicznych.

### 2.3.2. Badanie kwasowości

Kwasowość jest jednym z podstawowych parametrów, które świadczą o jakości produktów spożywczych. Badanie odczynu mięsa i pomiar stężenia jonów wodorowych przeprowadzono za pomocą papierków wskaźnikowych oraz pehametru zgodnie z normą PN-ISO 2917:2001.

### 2.3.3. Wykrywanie amoniaku

Mięso mielone poddano badaniu na wykrywanie amoniaku. Amoniak wykrywano za pomocą próby Nesslera, czyli zasadowego roztworu tetrajodortęcianu(II) potasu, K<sub>2</sub>[HgI<sub>4</sub>], który reaguje z jonami amonowymi, powodując powstanie osadu barwy pomarańczowobrunatnej [Przybyłowski 2013]. Przy niewielkich ilościach jonu NH<sub>4</sub><sup>+</sup> w roztworze zabarwiany jest on na żółto. Jeśli dojdzie do zmiany koloru otrzymanego roztworu, oznacza to rozpoczęcie reakcji gnilnych w mięsie.

### 2.3.4. Wykrywanie siarkowodoru

Mięso nieprzetworzone poddaje się także badaniu wykrywania związków siarkowych. Siarkowodor powstaje w mięsie podczas procesu rozkładu gnilnego oraz w wyniku kwaśnej fermentacji. Podobnie jak amoniak, siarkowodor wytwarzany jest w reakcji dezaminacji. Aminokwasy zawierające siarkę rozpadają się na siarkowodor i merkaptan. Wykrywanie obecności siarkowodoru odbywa się w reakcji z zasadowym octanem ołowiu (II)  $[(CH_3COO)_2Pb]$ . Wynikiem tej reakcji jest powstanie szarobrunatnego siarczku ołowiu (II). Wykorzystano metodę z normy PN-EN ISO 8819:2000.

### 2.3.5. Badania mikrobiologiczne

Po dziesiątym dniu przechowywania mięsa mielonego w warunkach chłodniczych dokonano także badania mikrobiologicznego. Zastosowano metodę barwienia złożonego, która pozwala na wykrycie naturalnego podziału bakterii na dwie podstawowe grupy: Gram-dodatnie (G+) i Gram-ujemne (G-) [Muszyńska 2011]. Różnią się one budową ściany komórkowej.

Ściany bakterii Gram-dodatnich są grubsze i bogatsze w peptydoglikan, co utrudnia wymycie dużych kompleksów tworzonych przez barwnik podstawowy i jod (płyn Lugola). Po przepłukaniu alkoholem komórki te pozostają zabarwione na niebiesko, podczas gdy komórki bakterii Gram-ujemnych ulegają odbarwieniu.

W celu uwidocznienia bakterii Gram-ujemnych podbarwiono preparat barwnikiem dodatkowym, fuksyną zasadową. Powoduje on zabarwienie tych bakterii na kolor różowy, a bakterie Gram-dodatnie przyjmują fioletową barwę.

Do oględzin przygotowanych preparatów posłużył mikroskop optyczny typu Alphaphot-2 firmy Nikon. Próbkę obserwowano przy powiększeniu całkowitym 1000 x. Następnie wykonano zdjęcia za pomocą połączonej z mikroskopem kamery cyfrowej Panasonic GP-KR222. Odcinek przedstawiony na skali odpowiadał rzeczywistej odległości 0,01 mm.

## 3. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zbadano wpływ pochłaniacza tlenu na utrzymywanie jakości mielonego mięsa wieprzowego przechowywanego w temperaturze 2 i 9°C.

### 3.1. Ocena próbek przechowywanych w temperaturze 2°C

W tabeli 1 zamieszczono obserwacje mięsa mielonego przechowywanego w opakowaniach próżniowych bez i z pochłaniaczem tlenu w temperaturze 2°C po 3, 4, 5, 7 i 10 dniach.

**Tabela 1**

Obserwacje próbek mięsa mielonego po przechowywaniu w temperaturze 2°C w opakowaniach próżniowych bez i z pochłaniaczem tlenu (A)

Czas [dni]	Opis próby	Ocena organoleptyczna	pH	Ocena barwy przesącza po dodaniu odczynnika Nesslera
3	bez A	Nie nastąpiły znaczące zmiany w wyglądzie i zapachu mięsa	6	Jasnozielona
	z A	Nie nastąpiły znaczące zmiany w wyglądzie i zapachu mięsa	6	Jaśniejszy odcień jasnozielonego
4	bez A	Mięso o jaśniejszej barwie	5,5	Bardziej intensywny odcień jasnozielony
	z A	Nie nastąpiły znaczące zmiany w wyglądzie i zapachu mięsa	6	Jaśniejszy odcień jasnozielonego
5	bez A	Barwa mięsa ciemniejsza, a struktura zwarta, zapach nieprzyjemny, kwaskowy	5,5	Ciemniejsze zielonkawe zabarwienie
	z A	Nieco jaśniejsza barwa mięsa, a zapach bez zmian	5,5	Jasnozielonkawe zabarwienie
7	bez A	Ciemnobrązowa barwa mięsa, obfity wyciek soku mięsnego	5,3	Zielonkawa
	z A	Ciemnienie i nieznaczny wyciek soku	5,5	Jasnozielona
10	bez A	Czerwonobrunatna barwa	5,3	Silny, żółty odcień
	z A	Ciemniejsza czerwona barwa	5,4	Zielonkawożółta

Dodatek pochłaniacza tlenu do opakowania próżniowego wieprzowego mięsa mielonego wpłynął na wolniejszą zmianę barwy mięsa przechowywanego w temperaturze 2°C. Początkowo jaśniejszy kolor mięsa wieprzowego spowodowany był tlenowaniem mioglobiny do oksymoglobiny. Pierwsze zmiany mięsa przechowywanego w opakowaniach bez pochłaniacza tlenu zaobserwowano po 4 dniach, natomiast z pochłaniaczem – po 5 dniach. Właśnie po 5. dniu przechowywania bez pochłaniacza tlenu mięso zaczęło już wydzielać nieprzyjemny, kwaskowaty zapach, świadczący o rozpoczęciu procesów gnilnych. Poprzez zastosowanie opakowania

aktywnego opóźniono ten proces i mięso nadal posiadało pożądaną przez konsumentów różową barwę. Kolor tłuszczu mięsa w wielu miejscach nadal pozostał biały, natomiast wieprzowe mięso mielone przechowywane zarówno z, jak i bez pochłaniacza tlenu przez 10 dni w tej temperaturze przybrało czerwobrunatną barwę charakterystyczną dla metmioglobiny, a także znacznemu pociemnieniu uległ obecny tłuszcz. Próbką, do której pakowania nie użyto pochłaniacza tlenu, charakteryzowała się ciemniejszą barwą. Ta zmiana barwy nie jest korzystna ze względu na spadek atrakcyjności produktu dla konsumenta oczekującego mięsa jaśniejszego o różowej barwie. Konsystencja obu próbek była już nieelastyczna, jednak mięso przechowywane w opakowaniu bez pochłaniacza było znacznie mniej spoiste. Dzięki zmniejszeniu szczątkowych ilości tlenu w opakowaniach, gdzie zastosowano pochłaniacz, mięso zachowało dłużej odpowiednią, akceptowaną przez konsumentów barwę. Po 10 dniach przechowywania nastąpił wyciek soku mięsnego, obfitszy dla mięsa, które nie zostało zapakowane z pochłaniaczem.

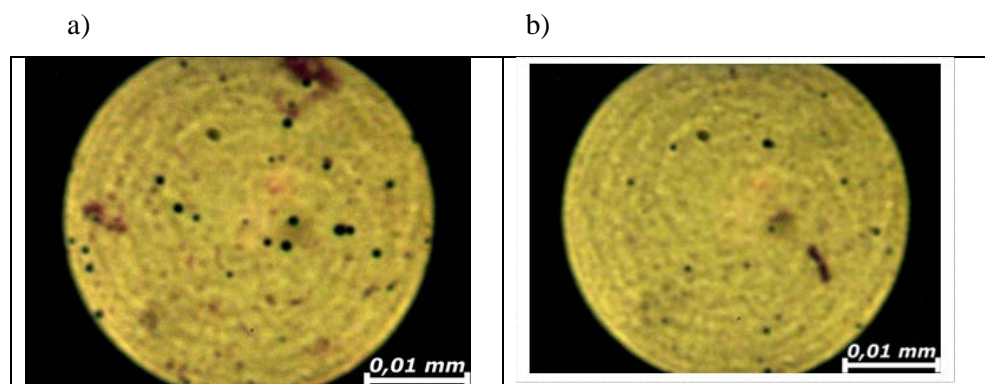
Kwasowość mięsa mielonego spadała z czasem przechowywania w opakowaniach próżniowych w warunkach chłodniczych, a dodatek pochłaniacza tlenu spowalniał ten proces. Po upływie 5 dni pH obu próbek przechowywanych w temperaturze 2°C spadło do poziomu 5,5, będącego następstwem zmian autolitycznych w nim zachodzących.

Kolor przesączu mięsa mielonego z odczynnikiem Nesslera z jasnozielonego zmieniał się na intensywniejszy ciemnozielony po dłuższym przechowywaniu. Może to świadczyć o rozpoczęciu procesów rozkładu białka mięsa. Dodatek pochłaniacza tlenu spowalniał zmianę barwy przesączu, a więc wolniej zachodziły przemiany białkowe z wydzieleniem amoniaku w badanym mięsie.

Mięso mielone pakowane próżniowo z pochłaniaczem tlenu, przechowywane w temperaturze 2°C, wykazywało jaśniejszą barwę, a wykryta ilość siarkowodoru była znacznie mniejsza niż w mięsie mielonym, zapakowanym bez pochłaniacza tlenu. Zastosowanie opakowania aktywnego spowodowało spowolnienie procesów gnilnych w przechowywanym mięsie. Po upływie 4 dni bibułki nasączone octanem ołowiowym uległy zabarwieniu w obu przebadanych próbkach, jednak z różną intensywnością. W temperaturze 2°C w opakowaniach z pochłaniaczem tlenu zaobserwowano brunatny osad, którego było znacznie mniej niż w próbkach pakowanych bez pochłaniacza. Oznacza to, że procesy rozkładu zachodziły wolniej i wytworzyła się mniejsza ilość siarkowodoru. Dodatkowe usunięcie tlenu przez pochłaniacz tlenu pozwoliło na opóźnienie procesów rozkładu, spowolnienie wytwarzania się siarkowodoru oraz dłuższe zachowanie lepszej jakości mięsa.

W przypadku próbek przechowywanych w temperaturze 2°C zauważono, że przechowywanie mięsa w warunkach chłodniczych w opakowaniu próżniowym nie spowodowało dużego zakażenia mikrobiologicznego, wykryto jedynie bakterie kwalifikujące się do grupy Gram-dodatnich. Zaobserwowano jednak różnice

w liczebności komórek bakterii w zależności od tego, czy użyto pochłaniacza tlenu czy nie. Próbką, w której opakowaniu nie umieszczono pochłaniacza (rys. 1a), wykazała liczniejsze występowanie bakterii w porównaniu z próbką pakowaną z pochłaniaczem tlenu (rys. 1b). Prawdopodobnie zastosowanie opakowania aktywnego pomogło w spowolnieniu procesów namnażania się bakterii w mięsie.



**Rys. 1.** Zdjęcie mikroskopowe mięsa mielonego przechowywanego w temperaturze 2°C przez 10 dni: a) bez pochłaniacza, b) z pochłaniaczem AGELESS

Zastosowanie pochłaniacza tlenu pozwoliło na opóźnienie zachodzenia zmian sensorycznych oraz na przedłużenie dopuszczalnej jakości mięsa przechowywanego w temperaturze 2°C.

### 3.2. Ocena próbek przechowywanych w temperaturze 9°C

Wieprzowe mięso mielone, przechowywane w opakowaniu próżniowym, zarówno bez, jak i z pochłaniaczem tlenu w temperaturze 9°C przez 3 dni już wykazało zmiany zapachu, pH spadło do 5,5 oraz zaobserwowano śladowe ilości amoniaku w przesączu i pojawienie się brunatnego siarkowodoru na bibułce. Wyraźniejsze zmiany były widoczne dla mięsa przechowywanego bez pochłaniacza tlenu. Podobna tendencja wystąpiła po przechowywaniu w kolejnych dniach, zmiany mielonego mięsa wieprzowego w opakowaniu z pochłaniaczem były wolniejsze. Mięso mielone, przechowywane bez pochłaniacza, szybciej miało ciemniejszy kolor, mniej elastyczną konsystencję i nieprzyjemny zapach, nieobecny w mięsie, przechowywanym w opakowaniu aktywnym. Świadczy to o rozpoczęciu zachodzenia procesów rozkładu, podczas których uwalniane są lotne substancje, powodujące powstawanie zapachu nieakceptowalnego przez konsumentów.

Również szybciej wzrastała kwasowość mięsa, a odczynnik Nesslera zabarwił przesącz na zielonożółty kolor już po 4 dniach.

Zastosowanie pochłaniacza tlenu pozwoliło na dłuższy okres przechowywania mielonego mięsa wieprzowego w warunkach chłodniczych w temperaturze 9°C bez strat w ich jakości sensorycznej. Po 7 dniach przechowywania mięsa mielonego w temperaturze 9°C zdecydowanie uległo ono pogorszeniu i nie nadawało się do dalszych badań. Tłuszcz w mięsie posiadał ciemny odcień i wydzielał się nieprzyjemny zapach. Po 10 dniach przechowywania w temperaturze 9°C bez pochłaniacza tlenu można było zaobserwować pojawianie się na mięsie zabarwionych na zielono ognisk, powodowanych przez niepożądany barwnik – sulfomioglobinę. Zabarwienie to nie powstało w mięsie, które zapakowano z pochłaniaczem, choć po utrzymywaniu go w tych warunkach przybrało ono ciemną barwę metmioglobiny.

Dodanie pochłaniacza tlenu do pakowania próżniowego spowalniało zachodzące zmiany w mięsie. Próbką, w której opakowaniu nie umieszczono pochłaniacza tlenu, wykazała liczniejsze występowanie bakterii oraz ich większe rozmiary w porównaniu z próbką pakowaną z pochłaniaczem tlenu. Zastosowanie opakowania aktywnego pomogło w spowolnieniu procesów namnażania się bakterii w mięsie wieprzowym.

## PODSUMOWANIE

Zastosowanie pochłaniacza tlenu spowolniło procesy rozkładu mielonego mięsa wieprzowego, przechowywanego w opakowaniach próżniowych w warunkach chłodniczych. Próbkę przechowywaną w temperaturze zarówno 2°C, jak i 9°C wykazały różne tempo zachodzenia reakcji rozkładu w zależności od tego, czy zastosowano pochłaniacz tlenu. Największą trwałością charakteryzowało się mięso wieprzowe przechowywane w temperaturze 2°C z pochłaniaczem tlenu wewnątrz opakowania. Najgorszą jakość wykazywało mielone mięso wieprzowe trzymane w temperaturze 9°C w opakowaniu próżniowym bez pochłaniacza tlenu. Najszybciej ulegało procesom rozkładu i bardzo szybko utraciło swoją zdolność do spożycia.

Dodatek pochłaniacza tlenu do opakowań wieprzowego mięsa mielonego, przechowywanego w temperaturze 9°C przez 3, 4 i 5 dni, pozwolił zaobserwować, że prędkość zmian zachodzących w tych produktach była porównywalna do zmian próbek przechowywanych w temperaturze 2°C bez pochłaniacza tlenu.

Pochłaniacze tlenu są więc w stanie wydłużyć czas przydatności do spożycia mielonego mięsa wieprzowego pakowanego próżniowo.



## BIBLIOGRAFIA

1. BN-71/8011-13:1971, *Mięso mielone*.
2. Cierpiszewski R., *Opakowania aktywne i inteligentne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2016.
3. Foltynowicz Z., *Product Innovation Management via Patent Landscape*, [w:] Cholewa-Wójcik A., Kawecka A. (red.) *Innovation in Product Development and Packaging*, Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków 2014.
4. Foltynowicz Z., Bardenshtein B., Sänglerlaub S., Antvorskov H., Kozak W., *Nanoscale, Zero Valent Iron Particles for Application as Oxygen Scavenger in Food Packaging*, *Food Packaging and Shelf Life*, 2017, 11, s. 74–83.
5. Górnicka E., Mikiciuk J., Świdorski F., Waszkiewicz-Robak B., *Jakość mięsa wieprzowego i jego przetworów pakowanych w modyfikowanej atmosferze*, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2012, 1, s. 99–103.
6. Jędra F., *Innowacyjne metody otrzymywania kompozytowej folii z poli(kwasu mlekowego) do pakowania żywności o polepszonych właściwościach barierowych*, Zachodni Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Szczecin 2013.
7. Kaneki N., Miura T., Shimada k., Tanaka H., *Measurement of Pork Freshness Using Potentiometric Sensor*, *Talanta*, 2004, 62, s. 217–221.
8. Kerry J.P., O'Grady M.N., Hogan S.A., *Past, Current and Potential Utilisation of Active and Intelligent Packaging System for Meat and Muscle-Based Products; A Review*, *Meat Science*, 2006, 74, s. 113–130.
9. McMillin K.W., *Advancements in Meat Packing*, *Meat Science*, 2017, 132, s. 153–162.
10. Perez de Vargas-Sansalvadora I.M., Erenasa M.M., Martinez-Olmosb A., Mirza-Montoroa F., Diamondc D., Capitan-Vallvey L.F., *Smartphone Based Meat Freshness Detection*, *Talanta*, 2020, 216, 120985.
11. PN-EN ISO 8819:2000, *Skroplone gazy węglowodorowe – wykrywanie obecności siarkowodoru – Metoda z octanem ołowiu (II)*.
12. PN-ISO 2917:2001, *Mięso i przetwory mięsne. Pomiar Ph. Metoda odwoławcza*.
13. Przybyłowski P., *Towaroznawstwo artykułów spożywczych*, cz. 1, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2013.
14. Realini C.E., Marcos B., *Active and Intelligent Packaging Systems for a Modern Society*, *Meat Science*, 2014, 98, s. 404–419.
15. Sakowska A., Konarska M., Guzek D., Głabska D., Wierzbicki A., *Charakterystyka wybranych systemów pakowania mięsa w odniesieniu do preferencji konsumentów i aspektów ekonomicznych*, *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*, 2014, 14(2), s. 203–213.
16. Zalewska M., Marcinkowska-Lesiak M., Półtorak A., Wyrwisz J., Zaremba R., *Wpływ sposobu pakowania na zachowanie barwy mięsa i przetworów z mięsa wieprzowego*, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 2012, 2, s. 127–132.

## Źródła internetowe

17. GUS, 2019, *Produkcja wyrobów przemysłowych w 2018 roku*, <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/przemysl-budownictwo-srodki-trwale/przemysl/produkcja-wyrobow-przemyslowych-w-2018-roku,8,2.html> (dostęp 5.06.2020).
18. IMPAK Corporation 2020, Sorbent Systems, *Oxygen Absorbers: Measuring Volume of Oxygen*, [https://www.sorbentsystems.com/o2absorbers\\_1.html](https://www.sorbentsystems.com/o2absorbers_1.html) (dostęp 4.09.2020).
19. Muszyńska M., *Barwienie Grama*, 2011, <https://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/Barwienie-Grama/> (dostęp 4.09.2020).

## APPLICATION OF OXYGEN ABSORBER TO PROTECT PACKED GROUND PORK MEAT

**Abstract:** For many years, a lot of research has been devoted to active packaging. It was interesting using of an oxygen absorber for vacuum packaging of ground pork meat. On the market, active packaging is still not widely used for this product.

The aim of the study was to examine the effect of the oxygen absorber on maintaining quality and extending the shelf life of ground pork meat stored in refrigerated conditions.

Using of an oxygen absorber should inhibit the occurrence of adverse reactions and slow down the degradation processes. Portions of ground meat were vacuum packed in polyamide-polyethylene film together with an oxygen absorber and stored at 2°C and 9°C. Organoleptic and physicochemical properties (such as acidity, ammonia and hydrogen sulphide) of meat were tested after the specified storage period.

Using the oxygen absorber slowed down the decomposition of ground pork meat in refrigeration conditions. The quality of the product stored with the oxygen absorber was better compared to samples stored under the same conditions, but without the addition of the absorber.

**Keywords:** oxygen absorber, ground pork meat, vacuum packaging.

# CZYNNIKI DETERMINUJĄCE PREFERENCJE TŁOCZONYCH SOKÓW JABŁKOWYCH

**Władysław KĘDZIOR<sup>1</sup>, Grzegorz SUWAŁA<sup>1</sup>, Justyna Tokar<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kolegium Nauk o Zarządzaniu i Jakości, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Katedra Jakości Produktów Żywnościowych, e-mail: kedziow@uek.krakow.pl, suwalag@uek.krakow.pl

<sup>2</sup> Praktyk, Przedstawiciel biznesu, e-mail: justyna.tokar@gmail.com

**Streszczenie:** Popularyzacja tzw. zdrowego odżywiania doprowadziła m.in. do wzrostu świadomości konsumentów w zakresie zależności pomiędzy stopniem przetworzenia żywności a jej wartością odżywczą. Zmiana ta wygenerowała zwiększone zapotrzebowanie na produkty nisko przetworzone, w tym soki bezpośrednio tłoczone. Doprowadziło to do zwiększenia zarówno asortymentu w tej grupie produktowej, jak i dostępności soków tego rodzaju.

Wśród wielu zalet bezpośrednio tłoczonych soków jabłkowych, do których można zaliczyć chociażby właściwości antyoksydacyjne, pamiętać należy również o silnym uzależnieniu tej formy produkcji od dostępności surowca w postaci świeżych owoców. Z punktu widzenia powtarzalności cech jakości finalnego wyrobu jest to, niestety, niewątpliwą wadą.

Cel niniejszej pracy stanowiło porównanie wybranych bezpośrednio tłoczonych soków jabłkowych dostępnych na rynku krajowym oraz soków wytłoczonych w warunkach laboratoryjnych zarówno pod względem preferencji konsumentów, jak i cech fizykochemicznych badanych soków, które te preferencje kształtują.

Uzyskane wyniki wskazały istotne zróżnicowanie materiału badawczego pod względem wybranych cech jakości, zróżnicowany stopień pożądalności analizowanych soków oraz istotnie wyższą preferencję soków wytworzonych w warunkach laboratoryjnych w odniesieniu do soków wytwarzanych na skalę przemysłową.

**Słowa kluczowe:** soki NFC, jakość soków, preferencje konsumenckie.

## WSTĘP

Globalny rynek żywności w coraz większym stopniu kształtowany jest przez popyt na zdrowe składniki i „czyste” etykiety. Konsumentów coraz częściej poszukują żywności, która charakteryzuje się nie tylko bezpieczeństwem zdrowotnym i właściwą wartością odżywczą, ale także wyróżnia się walorami sensorycznymi, wysoką jakością oraz naturalnym składem. Tym samym wzrasta zainteresowanie żywnością nisko przetworzoną [Anonim 2018].

Nieodzownymi składnikami właściwie zbilansowanej, pełnowartościowej i zróżnicowanej diety są owoce i warzywa. Wynika to z wysokiej zawartości

związków aktywnych biologicznie, takich jak: polifenole, karotenoidy, witaminy, składniki mineralne. Surowce te są również dobrym źródłem błonnika. Ze względu na znaczną sezonowość wymienionych produktów żywnościowych uwagę nabywców skupiają przetwory owocowo-warzywne, w tym soki, stanowiące ich wygodną alternatywę urozmaicającą dietę.

Jednym z dynamicznie rozwijających się kierunków na rynku soków jest otrzymywanie produktów o minimalnym stopniu przetworzenia, zachowujących cenne składniki oraz cechy sensoryczne świeżego surowca, tłoczonych bezpośrednio ze świeżych owoców bądź warzyw, tzw. soków bezpośrednich lub soków NFC (ang. *Not From Concentrate*). Trend zaobserwowany w Europie wskazuje na blisko 14% wzrost spożycia tych soków w ostatnich pięciu latach, a w Polsce wolumen wzrostu spożycia soków NFC w latach 2014–2018 kształtował się na poziomie ok. 30 mln litrów rocznie, co daje największą dynamikę wzrostu w całej kategorii SNN (Soków, Nektarów i Napojów). Jak podaje Prezes Krajowej Unii Producentów Soków, co trzeci wypijany obecnie litr soku w Polsce jest sokiem NFC, a soki jabłkowe dominują w tym segmencie produkcji [Nosecka 2015; Mroziak 2018; Pawlak-Lemańska i in. 2018; AIJN 2019].

## 1. DETERMINANTY DECYZJI KONSUMENCKICH NA RYNKU ŻYWNOSCI

Współczesny rynek produktów żywnościowych charakteryzuje się dużą zmiennością i nieprzewidywalnością. Znajomość przez nabywców czynników wpływających na wybór produktów, szczególnie nowej żywności, jest kluczowym elementem kształtowania strategii konkurencyjnej podmiotów działających na danym rynku. Produkty spożywcze stanowią podstawową grupę artykułów konsumpcyjnych, które konsumenci pozyskują na rynku, w związku z czym coraz ważniejsza obecnie staje się znajomość czynników, związanych ze świadomością, zachowaniami i postawami konsumentów. Poznanie tych czynników, jak również przebiegu procesu dokonywania transakcji, jest istotne ze względów społecznych oraz ekonomicznych. Identyfikacja kryteriów, jakimi kieruje się konsument przy wyborze żywności, ułatwia podejmowanie decyzji producentom, którzy chcą sprostać oczekiwaniom konsumenta. W warunkach konkurencji rynkowej i nadwyżek podaży ich znajomość ma istotne znaczenie. Łańcuch dostaw żywności staje się systemem zależności, napędzanym przez konsumenckie priorytety wyboru [Sijtsema i in. 2002; Włodarska i in. 2015; Ociecek, Bartkowicz i Żyłka 2018].

Analizując proces podejmowania decyzji przy wyborze żywności, stwierdzono złożoność tego zjawiska. Zależy on od wielu czynników, m.in. od: charakterystyki fizykochemicznej i sensorycznej produktów żywnościowych, sytuacji socjoekono-

micznej i demograficznej konsumentów oraz ich preferencji, a także od osobowości i stylu życia oraz otoczenia społeczno-gospodarczego, gdzie znaczącą rolę odgrywają czynniki środowiskowe i kulturowe [Steptoe, Pollard i Wardle 1995; Brunso, Schilderer i Grunert 2004; Haverstock i Forgays 2012; Milosevic i in. 2012; Gutkowska i in. 2014; Włodarska i in. 2015].

## **2. ANALIZA CZYNNIKÓW DETERMINUJĄCYCH PREFERENCJE KONSUMENCKIE SOKÓW TŁOCZONYCH**

Coraz częściej obok niskiej ceny to właśnie wysoka jakość wyrobów i świadczonych usług jest ważniejszym elementem konkurencji na rynku. To ona stanowi istotny czynnik decydujący o stopniu zadowolenia konsumenta. W miarę postępowania procesu globalizacji produkty, pochodzące z krajów o niskich kosztach produkcji, tworzą coraz większą konkurencję dla produktów z Unii Europejskiej. Rośnie rywalizacja zarówno w odniesieniu do towarów rolnych, jak i produktów o wartości dodanej. W obliczu tych handlowych wyzwań najskuteczniejszą ochroną producentów i przetwórców UE staje się właśnie jakość produktów, która dzięki unijnym przepisom gwarantuje wysoki poziom bezpieczeństwa w całym łańcuchu żywnościowym. Wzrastająca świadomość konsumentów oraz nowe przepisy w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności przyczyniły się do rozpowszechnienia nawyku świadomego czytania etykiet. Stwarza to zatem nowe możliwości skutecznej realizacji przekazywania konsumentom informacji [Szczepańska, Marszałek i Skąpska 2017].

Badania czynników, determinujących decyzje konsumenckie na rynku soków, prowadzili wcześniej Halagarda, Suwała i Popek [2018], którzy jako najważniejszy czynnik decydujący o wyborze soku zidentyfikowali smak, a smak jabłkowy wskazany został jako najchętniej wybierany spośród soków z owoców krajowych. W następnej kolejności ankietowani przeważnie zwracali uwagę na naturalność, wartość odżywczą, cenę oraz znajomość wybieranego produktu. Zdaniem autorów, najmniejsze znaczenie dla respondentów podczas podejmowania decyzji zakupowych, dotyczących soków, mają informacje przekazywane przez producentów za pośrednictwem reklamy [Halagarda, Suwała i Popek 2018]. Inni autorzy w swoich badaniach jako decydującą cechę wskazywali smak soku [Ucherek 2011] oraz cenę [Czarnowska i in. 2014].

Ze względu na fakt, iż smak i naturalność wskazane zostały jako kluczowe czynniki determinujące preferencje, uznano za zasadne (poza oceną sensoryczną) określenie profilu cech fizykochemicznych soków jabłkowych bezpośrednich, odpowiedzialnych za kształtowanie dwóch wskazanych czynników.

## 2.1. Charakterystyka materiału badawczego

Materiał doświadczalny stanowiły soki jabłkowe, tłoczone na zimno: cztery z oferty rynkowej (w tym dwa z listy produktów tradycyjnych) oraz dwa będące mieszanką soków wytłoczonych w warunkach laboratoryjnych. Wszystkie próbki przed rozpoczęciem eksperymentu zostały zakodowane. Soki od producentów, będących liderami rynku, były to próbki o kodach: SJT1 oraz SJT2. Dwie kolejne próbki zawierały soki wpisane na Krajową Listę Produktów Tradycyjnych Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi: SJT3 oraz SJT4. Wszystkie soki rynkowe pochodziły z dwóch różnych partii produkcyjnych.

Kolejne dwie próbki stanowiły soki jabłkowe wytłoczone dla celów eksperymentu, które składały się z mieszanek różnych odmian jabłek. Pierwsza mieszanka o kodzie SJT5 był to sok w proporcji surowcowej: 40% jabłek Ligol, 40% jabłek Champion oraz 20% jabłek Jonagold. Druga mieszanka o kodzie SJT6 zawierała sok w proporcji surowcowej: 50% jabłek Ligol i 50% jabłek Champion. Przygotowane soki były sokami bezpośrednimi i przeszły proces pasteryzacji.

Soki poddano badaniom cech fizykochemicznych w następującym zakresie: oznaczenie kwasowości miareczkowej według normy PN-EN 12147:2000, oznaczenie sacharydów bezpośrednio redukujących, redukujących ogółem i sacharozy według normy PN-90/A-75101/07 oraz oznaczenie barwy w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  na spektrofotometrze Minolta CM-3500d. Model barw CIE  $L^*a^*b^*$  został opracowany przez Międzynarodową Komisję Oświetleniową (CIE – fr. *Commission Internationale de l'Eclairage*). Barwy przedstawione w modelu CIE  $L^*a^*b^*$  odpowiadają punktom tworzącym bryłę przestrzenną. Osie  $a$  i  $b$  są do siebie prostopadłe. Punkt ich przecięcia odpowiada barwie achromatycznej. Prostopadłe do płaszczyzny  $ab$  w punkcie barw achromatycznych znajduje się oś jasności barwy  $L$  o skali od 0 (idealna czerń) do 100 (idealna biel). Współrzędne  $a$  i  $b$  mogą przyjmować zarówno wartości dodatnie, jak i ujemne. Dodatnie wartości współrzędnej  $a$  określają udział barwy czerwonej, ujemne – zielonej. Dodatnie wartości współrzędnej  $b$  odnoszą się do udziału barwy żółtej, a ujemne – niebieskiej. CIE Lab stanowi matematyczną transformację przestrzeni CIE XYZ [Stockman i Gevers 2000; Molenda, Wrona i Siwiec 2012].

Oceny sensorycznej dokonano metodą punktową (w skali 5-punktowej), z wykorzystaniem kart wzorcowych, opracowanych według wytycznych Jędryki [Jędryka 2001], na grupie 30-osobowej o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, zróżnicowanej pod względem płci, wieku, wykształcenia i miejsca zamieszkania. Oceniających werbowano metodą doboru ochotniczego.

Na podstawie ocen poszczególnych cech (barwy, zapachu, smakowości) wyznaczono wskaźnik sensorycznej jakości całkowitej (WSJC), będący wynikiem

sumy wartości średnich uzyskanych za poszczególne cechy, przemnożonych przez współczynnik ważkości dla danej cechy.

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej w programie Statistica 12.0. W pierwszej kolejności dokonano analizy istotności różnic cech fizykochemicznych testem HSD Tukeya. Następnie przeprowadzono analizę korelacji liniowej Pearsona dla wyników analiz fizykochemicznych i WSJC.

## 2.2. Prezentacja i omówienie wyników badań

Poniższa tabela przedstawia wyniki analizy fizykochemicznej oraz oceny sensorycznej w zakresie wybranych cech determinujących preferencje soków będących przedmiotem eksperymentu (tab. 1).

**Tabela 1**

Wyniki analiz fizykochemicznych i sensorycznych w zakresie wybranych cech

Cecha/kod	SJT1	SJT2	SJT3	SJT4	SJT5	SJT6
Sacharydy bezpośrednio redukujące [g/l]	105,35	89,44	89,63	105,88	99,87	102,77
Sacharydy redukujące ogółem [g/l]	114,01	109,20	105,35	115,93	126,09	133,81
Sacharoza [g/l]	8,23	18,77	14,93	9,55	24,92	29,48
Kwasowość miareczkowa [mmol H <sup>+</sup> /l]	65,50	58,00	50,00	50,50	53,00	58,50
Proporcja sachar. og./Kwasowość miar.	1,74	1,88	2,11	2,30	2,38	2,29
Parametr barwy L*	78,30	50,24	39,88	71,55	36,52	47,14
Parametr barwy a*	2,16	7,10	11,43	2,25	18,16	10,62
Parametr barwy b*	15,94	33,20	44,87	37,34	54,41	49,22
Ocena sensoryczna barwy	4,03	3,83	3,93	4,17	3,23	3,23
Ocena sensoryczna zapachu	4,13	3,83	3,03	4,10	4,73	4,67
Ocena sensoryczna smaku	3,93	3,70	3,07	3,63	4,87	4,90
WSJC	4,01	3,77	3,23	3,88	4,50	4,50

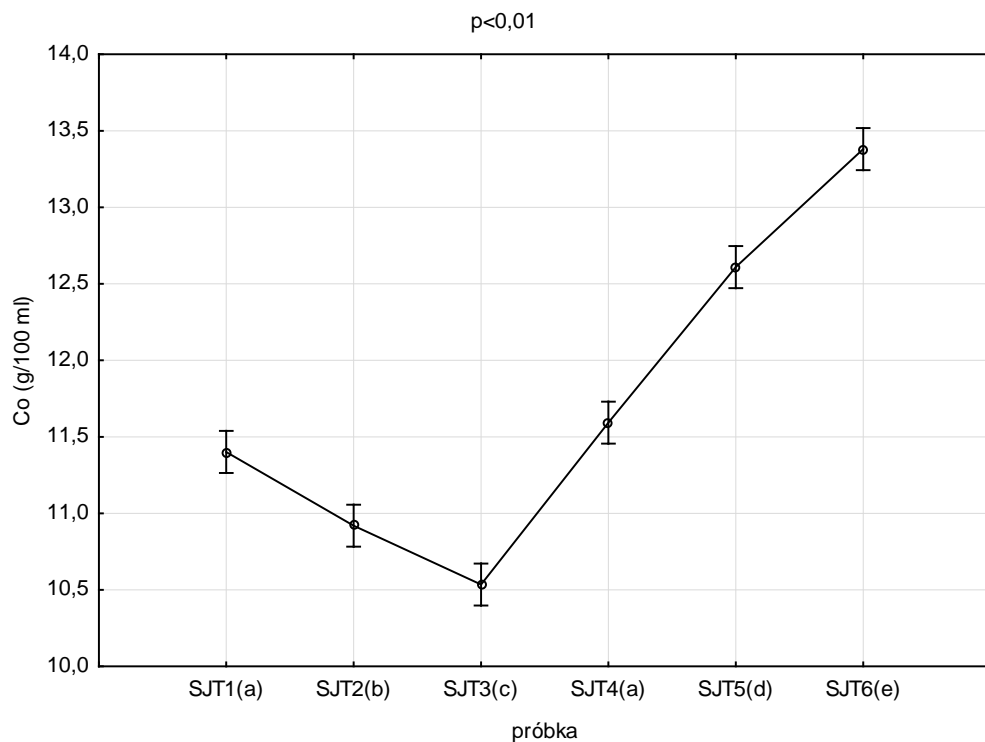
Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wśród analizowanych soków najwyższą zawartością sacharydów bezpośrednio redukujących charakteryzowała się próbka o kodzie SJT1, natomiast najniższą – próbka o kodzie SJT2. W obu przypadkach mamy do czynienia z sokami wytwarzanymi przez liderów rynku. W oznaczeniu zawartości sacharydów redukujących ogółem ich najwyższą zawartość stwierdzono w próbce SJT6, wytworzonej laboratoryjnie, a najniższą – w próbce SJT3, reprezentującej soki tradycyjne.

Nadmienić należy, że obie próbki wytworzone laboratoryjnie charakteryzowały się najwyższą zawartością sacharydów ogółem i jednocześnie najwyższą zawartością sacharozy. Najniższą zawartość sacharozy odnotowano z kolei w próbce SJT1 wytworzonej przez jednego z liderów rynku. Ta sama próbka charakteryzowała się najwyższym poziomem kwasowości. Najniższa kwasowość zaś została

zdiagnozowana w próbkach soków tradycyjnych SJT3 i SJT4. Kolejny krok analizy stanowiło określenie proporcji sacharydów ogółem do kwasowości, gdyż w przypadku surowca z odmian deserowych kształtuje ona preferencje smaku soków jabłkowych [Jaros i in. 2009]. Zostało to potwierdzone w prowadzonych badaniach, ponieważ najwyższe oceny za smak uzyskały próbki, charakteryzujące się najwyższym współczynnikiem niniejszej proporcji.

W celu określenia zróżnicowania materiału badawczego pod względem analizowanych cech kształtujących smak przeprowadzono ocenę statystycznej istotności różnic. Wyniki zobrazowano na wykresach (rys. 1–2). Próbkę soków nieróżniące się od siebie pod względem danej cechy w sposób istotny statystycznie oznaczono tymi samymi literami.

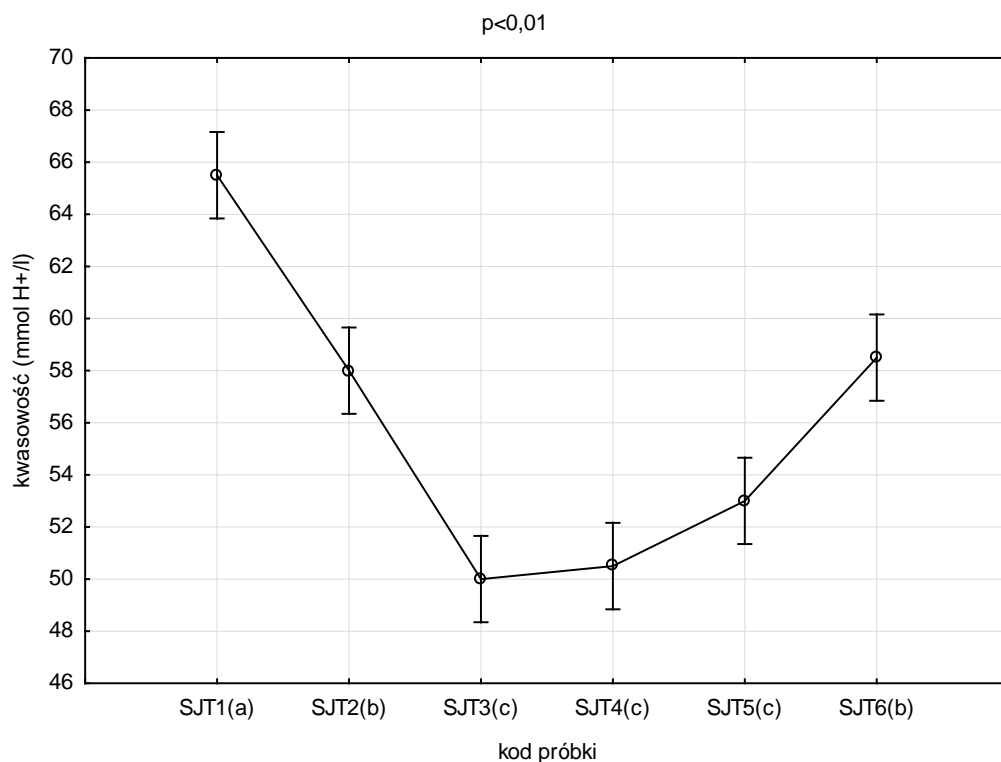


**Rys. 1.** Istotność różnic w zakresie zawartości sacharydów ogółem

*Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.*

Jak wynika z rozkładu punktów na rysunku 1, jedynie próbki o kodach SJT1 i SJT4 nie różnią się w sposób istotny statystycznie w obrębie omawianej cechy.





**Rys. 2.** Istotność różnic w zakresie zawartości substancji o charakterze kwasowym

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

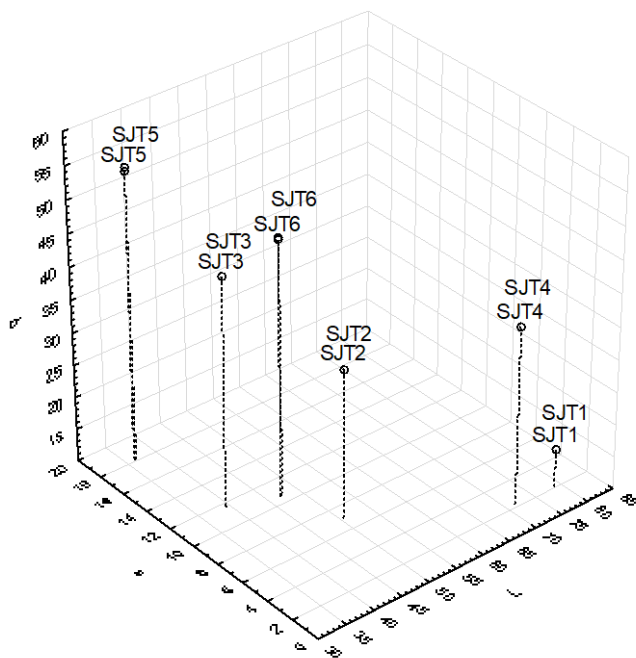
Jak wynika z rozkładu punktów na rysunku 2, próbki o kodach SJT2 i SJT6 nie różnią się w sposób istotny statystycznie w obrębie omawianej cechy. Także próbki SJT3, SJT4 i SJT5 nie różnią się od siebie w sposób istotny statystycznie w obrębie tej cechy. Jedynie próbka SJT1 różni się w sposób istotny statystycznie od wszystkich pozostałych próbek pod względem kwasowości.

Z zestawienia przedstawionego w tabeli 1 wynika fakt, iż najniższe oceny za smak uzyskały soki tradycyjne. Może to być konsekwencją ograniczonych możliwości doboru surowca przez producentów tych właśnie soków. Z kolei najwyższe oceny przyznane za tę cechę dla soków tłoczonych w warunkach laboratoryjnych mogą być efektem zarówno większych możliwości selekcji surowca, jak i skali produkcji, gdyż produkcja masowa, realizowana w branży przetwórczej, zawsze niesie ze sobą chociażby nieznaczną utratę jakości.

Analiza parametrów barwy wykazała, że najbardziej preferowanym profilem tej cechy są próbki o kodach SJT4 oraz SJT1, charakteryzujące się wysokim stopniem

jasności, z dominującym odcieniem żółtym. Najniżej zaś pod względem preferencji barwy oceniono próbki wytłoczone laboratoryjnie: SJT5 i SJT6, cechujące się niską jasnością, przy jednocześniej wyższej intensywności barwy żółtej z domieszką czerwieni. Preferencje te mogą być konsekwencją wieloletniej dominacji rynkowej soków klarownych, co podświadomie może wpływać na oczekiwania konsumentów względem barwy.

Zróznicowanie soków pod względem barwy zobrazowano na wykresie przestrzennym, który wskazuje jednocześnie na identyfikowalność badanych soków w przestrzeni barw CIE  $L^*a^*b^*$  (rys. 3).



**Rys. 3.** Barwa analizowanych soków jabłkowych w systemie CIE  $L^*a^*b^*$

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Kolejne składowe oceny sensorycznej: zapach i smak oceniono na korzyść soków tłoczonych w warunkach laboratoryjnych (SJT5 i SJT6). Konsekwencję uzyskania wysokich ocen za wymienione cechy stanowiły najwyższe oceny ogólne (WSJC) tychże soków.

W celu zidentyfikowania czynników w największym stopniu kształtujących preferencje konsumentów w zakresie tłoczonych soków jabłkowych przeprowadzono w programie Statistica 12.0 analizę statystyczną korelacji w zakresie omawianych cech (tab. 2).

**Tabela 2**

Korelacje cech kształtujących preferencje analizowanych soków jabłkowych

Cecha	C <sub>R</sub>	C <sub>O</sub>	S	Kw.	L*	a*	b*	C <sub>O</sub> /Kw.	WSJC
C <sub>R</sub>		0,572	-0,157	0,298	0,626	-0,352	-0,204	0,213	0,609
C <sub>O</sub>	0,572		0,720	0,148	-0,188	0,384	0,489	0,596	<b>0,927</b>
S	-0,157	0,720		-0,074	-0,755	0,759	0,761	0,537	0,601
Kw.	0,298	0,148	-0,074		0,486	-0,385	-0,681	-0,704	0,328
L*	0,626	-0,188	-0,755	0,486		<b>-0,922</b>	<b>-0,842</b>	-0,491	-0,053
a*	-0,352	0,384	0,759	-0,385	<b>-0,922</b>		<b>0,837</b>	0,571	0,315
b*	-0,204	0,489	0,761	-0,681	<b>-0,842</b>	<b>0,837</b>		<b>0,881</b>	0,288
C <sub>O</sub> /Kw.	0,213	0,596	0,537	-0,704	-0,491	0,571	<b>0,881</b>		0,409
WSJC	0,609	<b>0,927</b>	0,601	0,328	-0,053	0,315	0,288	0,409	

C<sub>R</sub> – sacharydy bezpośrednio redukujące, C<sub>O</sub> – sacharydy redukujące ogółem, S – sacharoza, Kw. – kwasowość miareczkowa, L\* – parametr barwy L\*, a\* – parametr barwy a\*, b\* – parametr barwy b\*, C<sub>O</sub>/Kw. – proporcja sacharydów ogółem i kwasowości miareczkowej, WSJC – wskaźnik sensorycznej jakości całkowitej. Oznaczenia współczynnika korelacji są istotne z p < 0,05.

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Na podstawie wartości, przedstawionych w tabeli 2, stwierdzić można, że wskaźnik sensorycznej jakości całkowitej badanych soków jest silnie dodatnio skorelowany z zawartością sacharydów ogółem, słodkość zatem soków jabłkowych w największym stopniu determinuje preferencje konsumentów. W przeprowadzonej analizie ujawniła się również silna dodatnia korelacja pomiędzy proporcją sacharydów do kwasowości a parametrem barwy b\*, co może być konsekwencją stopnia dojrzałości surowca, z którego wytwarzane są soki.

## PODSUMOWANIE

Soki bezpośrednie są to produkty, po które konsumenci sięgają coraz częściej. Ich niewątpliwym atutem są zbliżone do pierwotnego surowca walory smakowe, dzięki czemu konsument może cieszyć się smakiem ulubionych owoców przez cały rok, a zwłaszcza poza sezonem. Rosnąca świadomość konsumentów oraz trend dążący do tzw. zdrowego trybu życia pozytywnie wpływają na rozwój rynku soków bezpośrednich. Przekłada się to jednocześnie na wzrost oczekiwań względem producentów, którzy, wychodząc temu naprzeciw, wykazują dużą dbałość o jakość produktu finalnego. Aby powstał sok o najwyższej jakości i pożądanej barwie, proces technologiczny powinien być realizowany na bazie wysokiej jakości

surowca, co, jak wykazało niniejsze opracowanie, jest odwrotnie proporcjonalne do wielkości produkcji, a zarazem trudniejsze do zrealizowania w przypadku soków tradycyjnych. Jednakże dbałość o wysoką jakość surowca, stosowanie odmian deserowych i staranny ich dobór do produkcji soków jabłkowych mieszanych wpływają na budowanie zaufania konsumentów poprzez uzyskiwaną powtarzalną, wysoką jakość produktów.

Wykazano, że pożądalność soków jabłkowych jest silnie skorelowana z zawartością sacharydów, a w konsekwencji ze słodkością soków. Pod względem barwy zaś konsumenci chętniej wybierają soki jabłkowe jasne, o mniejszym nasyceniu barwy żółtej, bez czerwonego odcienia.

Najwyżej ocenione zostały soki wytworzone w warunkach laboratoryjnych, co może wynikać z większej staranności, będącej konsekwencją wytwarzania na małą skalę. Najniżej oceniono soki tradycyjne, co z kolei może wynikać z mniejszych możliwości selekcji surowca. Reasumując efekty analizy uzyskanych wyników, można sformułować następujące wnioski:

- konsumenci najwyżej ocenili soki wytworzone w warunkach laboratoryjnych;
- chętniej wybierane były soki o wyższej zawartości sacharydów;
- bardziej preferowane pod względem barwy są soki jabłkowe jasne.

Biorąc pod uwagę powyższe, wprowadzenie obowiązku podawania na opakowaniu informacji na temat odmian jabłek, z których sok został wytworzony, wpłynęłoby korzystnie na podejmowane decyzje zakupowe.

## BIBLIOGRAFIA

1. AIJN, 2019, *Market Report 2018*.
2. Brunso K., Schilderer J., Grunert K.G., *Closing Gap between Values and Behaviour-Means-End-Theory of Lifestyle*, Journal of Business Research, 2004, 57, s. 665–670.
3. Czarnowska M., Kemska S., Michalak J., Urbaniak M., Gujska E., *The Apple Juices Market – Behaviour and Sensory Acceptance*, [w:] Miśniakiewicz M., Popek S. (eds.), *Consumer Protection and Satisfaction*, Polish Society of Commodity Science, Kraków, 2014, s. 17–27.
4. Eisele Th.A., Drake S.R., *The Partial Compositional Characteristics of Apple Juice from 175 Apple Varieties*, Journal of Food Composition and Analysis, 2005, 18, 2–3, s. 213–221.
5. Gutkowska K., Jankowski P., Sajdakowska M., Żakowska-Biemans S., Kowalczyk I., *Kryteria różnicujące zachowania konsumentów wobec produktów żywnościowych na przykładzie mięsa i przetworów mięsnych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2014, 5(96), s. 85–100.

6. Halagarda M., Suwała G., Popek S., *Knowledge, Opinions and Behavior of Polish Consumers towards Traditional Fruit Juice Products*, Proceedings of the 18th International Joint Conference Central and Eastern Europe in the Changing Business Environment, Oeconomica Publishing House, University of Economics, Prague, 2018, s. 80–93.
7. Haverstock K., Forgays D.K., *To Eat or not to Eat. A Comparison of Current and Former Animal Product Limiters*, *Appetite*, 2012, 58, s. 1030–1036.
8. Jaros D., Thamke I., Raddatz H., Rohm H., *Single-Cultivar Cloudy Juice Made from Table Apples: an Attempt to Identify the Driving Force for Sensory Preference*, *European Food Research and Technology*, 2009, 229, s. 51–61.
9. Jędryka T., *Metody sensoryczne*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2001.
10. Massini L., Rico D., Martin-Diana A.B., *Quality Attributes of Apple Juice: Role and Effect of Phenolic Compounds*, [w:] Rajauria G., Tiwari B.K. (eds.), *Fruit Juices. Extraction, Composition, Quality and Analysis*, Academic Press, Dublin, 2018, s. 45–57.
11. Milosevic J., Zezelj I., Gordon M., Barjolle D., *Understanding the Motives for Food Choice in Western Balkan Countries*, *Appetite*, 2012, 58, s. 205–214.
12. Molenda J., Wrona M., Siwiec E., *Zastosowanie modelu CIE Lab w badaniach barwy lotnych popiołów*, *Problemy Eksploatacji*, 2012, 3, s. 177–187.
13. Nosecka B. (red.), *Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy*, *Analizy Rynkowe*, 2015, 46, s. 10–25.
14. Ocieczek A., Bartkowicz J., Żyłka K., *Uwarunkowania postaw i zachowań konsumentów na rynku nowej żywności jako indykatory ewolucyjnych zmian rynku żywności*, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 2018, XX(6), s. 181–188.
15. Pawlak-Lemańska K., Włodarska K., Przybylska M., Tyrakowska B., *Wpływ dodatku pigwy i pigwowca na właściwości prozdrowotne i sensoryczne soku jabłkowego*, *Nauka Przyroda Technologie*, 2018, 12(1), s. 35–44.
16. PN-EN 12147:2000, *Soki owocowe i warzywne – Oznaczenie kwasowości miareczkowej*.
17. PN-90/A-75101/07, *Przetwory owocowe i warzywne – Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych – Oznaczanie zawartości cukrów i ekstraktu bezcukrowego*.
18. Sijtsema S., Linnemann A., van Gaasbeek T., Dagevos H., Jongen W., *Variables Influencing Food Perception Reviewed for Consumer-Oriented Product Development*, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2002, 42, s. 565–581.
19. Steptoe A., Pollard T.M., Wardle J., *Development of a Measure of the Motives Underlying the Selection of Food: The Food Choice Questionnaire*, *Appetite*, 1995, 25(3), s. 267–284.
20. Stockman H.M.G., Gevers T., *Color Measurement by Imaging Spectrometry*, *Computer Vision and Image Understanding*, 2000, 79, s. 236–249.

21. Szczepańska J., Marszałek K., Skąpska S., *Zastosowanie wysokich ciśnień do utrwalania soków NFC*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 2017, 1, s. 48–52.
22. Ucherek M., *Wymagania konsumentów dotyczące jakości soków owocowych wprowadzanych do obrotu i ich opakowań*, Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny, 2011, 1, s. 10–12.
23. Włodarska K., Pawlak-Lemańska K., Górecki T., Sikorska E., *Motywy wyboru żywności przez konsumentów soków – badania pilotażowe*, Journal of Agribusiness and Rural Development, 2015, 4(38), s. 839–847.

#### Źródła internetowe

24. Anonim, 2018, *Główne trendy na rynku żywności w 2018 roku – analiza*, Wiadomości Handlowe, 2018, <https://www.wiadomoscihandlowe.pl/artykuly/glowne-trendy-na-ryнку-żywnosci-w-2018-r-analiza,44847> (dostęp 16.04.2018).
25. Mroziak P., *Rynek napojów: W pogoni za zdrowiem (analiza)*, [www.portalspozywczy.pl](http://www.portalspozywczy.pl), (dostęp 16.04.2018).

## FACTORS DETERMINING THE PREFERENCES OF PRESSED APPLE JUICES

**Abstract:** Popularization of "healthy eating style" led, among others to increase consumer awareness of the relationship between the degree of food processing and its nutritional value. This change generated an increased demand for low-processed products, including directly pressed juices. This led to an increase in both the product range in this product group and the availability of this type of juice.

Among the many advantages of directly pressed apple juices, which include antioxidant properties, one should also remember about the strong dependence of this form of production on the availability of raw material in the form of fresh fruit, which from the point of view of repeatability of the quality features of the final product is an undoubted disadvantage.

The purpose of this work was to compare selected directly pressed apple juices available on the domestic market and juices pressed in laboratory conditions in terms of the desirability (degree of liking) as well as physicochemical features of the examined juices that shape this desirability.

The obtained results indicated a significant diversity of research material in terms of selected quality features, a diversified degree of desirability of the analysed juices and a significantly higher preference for juices produced in laboratory conditions in relation to juices produced on an industrial scale.

**Keywords:** NFC juices, juice quality, consumer preferences.



# COMPARISON OF TOTAL PHENOLIC CONTENT IN SELECTED CONVENTIONAL DRIED AND LYOPHILIZED FRUITS

**Justyna KIEWLICZ, Tomasz SPRAWKA**

Poznań University of Economics, Institute of Quality Science, Department of Technology and Instrumental Analysis, e-mail: justyna.kiewlicz@ue.poznan.pl,

**Abstract:** Dried fruits are commonly described as concentrated source of various constituents, especially potassium, folic acid, and antioxidants. There are different drying methods, which are used on an industrial scale. Lyophilization is considered as the technique enabling to safe high nutritional value and sensory quality. There is a lot of products distributed on the market as "dried fruits" or "lyophilized fruits". The aim of the study was the comparison of antioxidant activity of selected conventional dried and lyophilized fruits.

Seven kinds of fruit (apples, black currant, cherries, cranberries, pears, prunes, and raspberries), conventional dried and lyophilized, were selected to the study. The total phenolic content was evaluated and compared. The results revealed that lyophilized fruits exhibit higher antioxidant activity than conventional dried fruits. The most abundant source of phenolic compounds was lyophilized raspberry, which contained 24.85 mg GAE/g d.m. For comparison dried raspberry contained 20.32 mg GAE/g d.m.

**Keywords:** food quality, dried fruits, antioxidant activity, phenolic compounds, lyophilization.

## INTRODUCTION

Fruits are defined as a mature ovary of a plant or the succulent edible part of woody plant [Amao 2019]. Other sources describe them also as the edible and fleshy seed-associated structures of certain plants, which could be sweet (e.g. grapes or oranges) or non-sweet (e.g. lemon) in their raw forms [Lewis 2002; Amao 2019].

Fruits might be consumed as fresh fruits or processed in different items such as jams, pulps, juices, and gellies [Bhargava and Srivastava 2019]. The appropriate amount of fruits in daily diet depends on age, sex and level of physical activity. United States Department of Agriculture recommends the consumption of 1–2 cups of fresh fruits per day, which corresponds to 1 cup of 100% fruit juice and ½ cup of dried fruits [USDA 2020]. According to FAO "increasing fruit and vegetable consumption is a major public health challenge at the moment" [FAO 2020]. This opinion is an effect of the worldwide occurrence of the micronutrients deficiencies, which are related to nutritional disorders like birth defects, weakened immune

systems, mental and physical retardation. Mentioned disorders are explained as the result of low consumption of fruits and vegetables [Amao 2019]. Epidemiological studies revealed also the significant positive relationship between fruit consumption and reduced risk of chronic disease [Dauchet et al. 2006; Ramful et al. 2011].

Rapid ripening and high perishability of fruits may cause problems during collection and transport. Therefore, they are preserved by canning, fermentation, dehydration and pickling [Bhargava and Srivastava 2019]. Drying is the method of preservation, which leads to the removal of moisture from a material with aim of extension of shelf life by reducing microbial activity. Moreover, the reduced bulk of dehydrated products decreases logistic costs [Jangam, Law and Mujumdar 2010; Omolola, Jideani and Kapila 2017]. There are different techniques, which are used to drying of fruits and includes microwave drying, oven, cabinet tray, solar, and freeze drying. During a conventional hot air drying of fruits different dryers such as tunnel, continuous belt, cabinet, and kiln are applied [Omolola, Jideani and Kapila 2017]. Lyophilization is a process of drying in which water sublimated from the substance after it is frozen [Gaidhani et al. 2015]. Some authors show advantages of this technique with respect to the quality of final products like high retention of nutritional values, minimal shrinkage of final product, and high retention of flavor and aroma [Ezhilarasi et al. 2013; Omolola, Jideani and Kapila 2017].

Dried fruits are commonly described as concentrated source of various constituents, especially potassium, folic acid, and antioxidants [Shashirekha, Mallikarjuna and Rajarathnam 2015]. Literature data [Kaur and Kapoor 2001; Chang, Alasalvar and Shahidi 2016; Alasalvar, Salvadó and Ros 2020] confirmed that dried fruits are rich in numerous bioactive compounds such as flavonoids, chalcones/dihydrochalcones, stilbenes, proanthocyanidins, phenolic acids (hydroxycinnamic acids and hydroxybenzoic acids), phytoestrogens (e.g. lignans, isoflavones) and carotenoids (e.g.  $\beta$ -carotene, lutein, zeaxanthin). The wide range of antioxidant activity causes, that phenolic compounds present in fruits and vegetables exhibit various biological properties including anti-inflammatory, anti-allergenicity, anti-atherogenicity, anti-thrombotic, anti-microbial, cardioprotective, and vasodilatory actions [Puupponen-Pimiä et al. 2001; Ramful et al. 2011]. However, no recommended daily intake of these compounds has been established yet [Shashirekha, Mallikarjuna and Rajarathnam 2015].

Due to the high thermolability of many nutrients and bioactive compounds, selection and keeping of right conditions during processing of fruits has significant impact on the final products quality. The aim of the study was the comparison of total phenolic content in selected conventional dried and lyophilized fruits.



## 1. MATERIALS AND METHODS

### 1.2. Materials

Seven kinds of fruit (apples, black currant, cherries, cranberries, pears, prunes, and raspberries), conventional dried and lyophilized were selected to the study and purchased from the local market. The samples were taken from three production batches. The exact description of products is shown on Table 1.

**Table 1**

Description of material

	Fruits	Origin	Energy [kcal]	Fat [g]	SFA <sup>1</sup> [g]	Carb. <sup>2</sup> [g]	Sugars [g]	DF <sup>3</sup> [g]	Proteins [g]	Salt [g]
Lyophilized	Apples	Poland	358	0.7	< 0.1	81	71	9.2	2.1	< 0.01
	Black currant	Poland	286	2.1	< 0.1	39	34	41	7.3	0.03
	Cherries	Poland	354	2.0	0.7	72	58	11	6.8	0.05
	Cranberries	Canada	330	3.3	0.1	55	29	34	2.9	0.04
	Pears	China	336	0.6	< 0.1	72	57	18	2.3	< 0.01
	Prunes	Serbia	354	2.2	0.1	73	73	10	5.1	0.01
	Raspberries	Poland	300	4.6	< 0.1	36	29	43	7.9	0.02
Conventional dried	Apples	Poland	364	0.4	0.1	81.2	73.3	13.7	2	< 0.01
	Black currant	Poland	302	2.6	0.6	76	26	25g	6.3	< 0.01
	Cherries	Uzbekistan	257	1.8	0.6	52	37	6.9	4.3	0.03
	Cranberries	Canada	309	1.5	0.2	71	65	-	0.1	< 0.01
	Pears	Italy	376	1.1	0.3	86	56	7.8	1.5	0.1
	Prunes	Chile	284	1.2	0.2	60	60	9.4	3.5	0.03
	Raspberries	Poland	285	2.6	0.1	78	23	38	6.8	< 0.01

<sup>1</sup> SFA – saturated fatty acids, <sup>2</sup> Carb. – carbohydrates, <sup>3</sup> DF – dietary fiber Source: authors' own study based on producers' declarations.

### 1.2. Chemicals

Gallic acid, used in this study was purchased from Sigma-Aldrich (Saint Louis, USA) while, Folin & Ciocalteu's phenol reagent and sodium carbonate were supplied by Chempur (Piekary Śląskie, Poland). All solvents were purchased from Avantor (Gliwice, Poland). All used chemicals were analytical grade.

### 1.3. Methods

The moisture content was determined by the air-oven method. Samples (about 5 g) were dried at 105°C to establish a constant mass. The analysis was conducted in triplicate. All dried samples were homogenized for further assays [Bradley 2010].

The extraction of antioxidants was performed by the method described by Ramful et al. [2011].

150 mg of homogenized sample was weighed into screw-capped tube. 1.5 ml of 80% methanol was added, the tube contents were vortexed and left to macerate overnight at 4°C.

The samples were centrifuged at 10 000 rpm for 10 min. The clear supernatant was decanted, and 1.5 ml of 80% methanol was added to the residue. The same procedure was repeated twice. The supernatants were collected into clean and dry vials and stored at -20°C. The obtained extracts were used for the determination of total phenolic content.

The total phenolic content of the extract was determined by the Folin-Ciocalteu method [Singleton and Rossi 1965; Wootton-Beard, Moran and Ryan 2011].

0.1 ml of extract was placed in 10 ml volumetric flask and 0.5 ml of Folin-Ciocalteu and 6.0 ml distilled water were added. After 3 min 1.5 ml of 20% sodium carbonate was added and the volume was made up to 10 ml. The samples were left in the dark place for 2 h. Then absorbance was measured against blank at 765 nm with spectrophotometer UV-VIS (Metertech SP-8001). At the same time, a calibration curve of gallic acid was prepared for a concentration range 0.0–1.04 mg/ml.

The results were expressed as gallic acid equivalent (GAE) per gram of dry matter [Kiewlicz 2016].

All results were expressed as mean  $\pm$ SD for triplicate determinations. The one-way variance analysis (ANOVA) have been conducted.

The identification of significant differences was carried out using Tukey's post-test (Statistica 13 software). The considered factor was the type of fruit.

## 2. RESULTS AND DISCUSSIONS

The results of moisture content determination have been shown on Table 2.

**Table 2**

Moisture content of conventional dried and lyophilized fruits

Fruits	Lyophilized	Conventional dried
Apples	0.28 ±0.02% <sup>ab</sup>	6.42 ±0.05% <sup>e</sup>
Black currant	0.96 ±0.05% <sup>bc</sup>	5.17 ±0.35% <sup>d</sup>
Cherries	0.00 ±0.00% <sup>a</sup>	12.34 ±0.47% <sup>f</sup>
Cranberries	1.79 ±0.05% <sup>c</sup>	6.38 ±0.30% <sup>e</sup>
Pears	0.11 ±0.01% <sup>a</sup>	5.92 ±0.28% <sup>de</sup>
Prunes	1.51 ±0.09% <sup>c</sup>	24.69 ±0.33% <sup>g</sup>
Raspberries	0.30 ±0.02% <sup>ab</sup>	11.83 ±0.70% <sup>f</sup>

Values marked the different letter in whole table are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Source: authors' own study.

Conventional dried fruits exhibited higher moisture content than lyophilized. These results confirmed that lyophilization is more efficient method of drying than drying with warm air.

The results of total phenolic content determination have been shown on Table 3.

**Table 3**

Total phenolic content in conventional dried and lyophilized fruits in mg GAE/g d.m.

Fruits	Lyophilized	Conventional dried
Apples	9.15 ±1.06 <sup>c</sup>	7.91 ±0.63 <sup>bc</sup>
Black currant	22.84 ±1.07 <sup>gh</sup>	17.99 ±0.79 <sup>e</sup>
Cherries	21.22 ±1.30 <sup>fg</sup>	14.98 ±0.63 <sup>d</sup>
Cranberries	19.43 ±2.33 <sup>ef</sup>	5.28 ±0.26 <sup>ab</sup>
Pears	3.99 ±0.15 <sup>a</sup>	3.44 ±0.57 <sup>a</sup>
Prunes	14.75 ±0.78 <sup>d</sup>	7.84 ±0.46 <sup>bc</sup>
Raspberries	24.85 ±0.75 <sup>i</sup>	20.32 ±1.24 <sup>efg</sup>

Values marked the different letter in whole table are significantly different ( $p < 0.05$ ).

Source: authors' own study.

The obtained results show that lyophilized fruits exhibit higher phenolic content than conventional dried ones. The exception were pears, which contained similar amounts of phenolic compounds with both drying variants. The largest difference in total phenolic content was observed in prunes. The literature data [Zorić et al. 2016] confirmed that lyophilization is one of the most effective methods of drying, which is commonly used for preservation of fruits with thermo-labile antioxidants such as phenolic compounds. Moreover, Sablani et al. [2011] reported that lyophilization improved retention of polyphenols in berries during processing and in some cases exhibit enhancement of phenolics content compared to air drying.

The most abundant source of phenolic compounds was lyophilized raspberries. The total phenolic content in this fruit was 24.85 mg GAE/g d.m. The conventional dried raspberries contained little less phenolic compounds and it was 20.32 mg GAE/g d.m. High total phenolic contents were also observed for lyophilized black currant, cherries, and cranberries (respectively: 22.84, 21.22, and 19.43 mg GAE/g d.m.). The poorest source of phenolic compounds was both pears: lyophilized (3.99 mg GAE/ g d.m.) and dried (3.44 mg GAE/g d.m.). The obtained results confirmed that blue, purple and red fruits such as raspberry, black currant, cherries, and cranberries exhibit higher total phenolic content than the others.

Cömert, Mogol and Gökmen [2019] have shown positive relationship between antioxidant activity of fruits and their color. They have explained that blue, purple and red pigmentation of fruits follows from the presence of anthocyanins in their tissues. Anthocyanins are one of the main phenolic groups. Carotenoids such as  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -carotene, lycopene, 5,6-epoxylutein, neoxanthin, cis- and trans-violaxanthin,  $\beta$ -cryptoxanthin, and zeaxanthin, which are nonphenolic antioxidants, are associated with red, orange and yellow color, while chlorophyll gives green color [Manganaris et al. 2014; Cömert, Mogol and Gökmen 2019].

Chen et al. [2013] revealed that main phenolic compounds detected in raspberry fruits are anthocyanins such as: cyanidin-3-glucoside, which accounted for approximately 80% of anthocyanins, as well as cyanidin-3-rutinoside, cyanidin-3-malonyl-glucoside, cyanidin-3-xyloside, and cyanidin-3-dioxaloylglucoside.

Nour et al. [2013] revealed that the individual anthocyanins in the black currant fruit were: delphinidin 3-glucoside, delphinidin 3-rutinoside, cyanidin 3-glucoside, cyanidin 3-rutinoside, peonidin 3-rutinoside, pelargonidin 3-rutinoside, petunidin 3-(6-coumaroyl)-glucoside, petunidin 3-rutinoside, and cyanidin 3-(6-coumaroyl)-glucoside.

Zorić et al. [2016] described sour cherries as abundant source of anthocyanins (ex. cyanidin-3-glucosylrutinoside, cyanidin-3-rutinoside, cyanidin-3-glucoside, cyanidin-3-sophoroside), flavanol glycosides (ex. quercetin-3-glucoside, kaempferol-3-glucoside, kaempferol-3-rutinoside), and hydroxycinnamic acids (ex. neochlorogenic, chlorogenic, p-coumaric, caffeic, ferulic acid).

Narwojsz et al. [2019] created a phenolic compounds profile in large-fruit cranberry in comparison to wild-grown cranberry. They revealed that peonidin-3-galactoside was the dominant anthocyanin in all samples. Other researchers [Viskelis et al. 2009] identified in cranberry fruits also cyanidin-3-galactoside, cyanidin-3-arabinoside, cyanidin-3-glucoside, peonidin-3-glucoside, and peonidin-3-arabinoside.

Choi and Kwak [2014] evaluated antioxidant activity in selected fresh berries. Authors ranked tested fruits in terms of total phenolic content in the order of raspberry (224.09 mg/100 g f.w.) > blueberry (180.40 mg/100 g f.w.) > cranberry (148.45 mg/100 g f.w.) > strawberry (108.27 mg/100 g f.w.). This order is partly consistent with our results. According to Chen et al. [2013] total phenolic content in the fresh fruits of different raspberry varieties was in the range from 214.71 mg/100 g f.w. to 619.35 mg/100 g f.w. and it corresponds the value obtained by Choi and Kwak [2014].

Nowicka et al. [2015] conducted research on dried sour cherries fruits pre-dehydrated in fruit concentrates in terms of chemical composition, antioxidant capacity, and sensory quality. They revealed that total phenolic content in the material was 1397.3 mg/ 100 g d.m.

Drużyńska et al. [2016] showed that total phenolic content in dried cranberries was 757.3 mg/100 g d.m. and 749.2 mg/100 g d.m., while Sun et al. [2002] revealed that total phenolic content in dried cranberries was 507 mg/100 g d.m. This value is comparable to our results obtained for conventional dried cranberries.

## CONCLUSIONS

Drying is important method applied to extend shelf life of food. Nevertheless, the drying process may contribute to structural, physical, biological and chemical changes causing deterioration of quality attributes. It may entail the loss of nutrients and phytochemicals, which are unstable to heat, such as phenolic antioxidants. Therefore, it is reasonable the proper selection and optimization of drying method to minimize all factors deteriorating the quality of products. Our studies confirmed that lyophilized fruits exhibit higher phenolic content than those conventional dried. The most abundant source of phenolic compounds was lyophilized raspberries. High total phenolic content was also observed for lyophilized black currant, cherries, cranberries, and conventional dried raspberries.

## REFERENCES

1. Alasalvar C., Salvadó J-S., Ros E., *Bioactives and Health Benefits of Nuts and Dried Fruits*, Food Chemistry, 2020, 314, s. 126–192.
2. Amao I., *Health Benefits of Fruits and Vegetables: Review from Sub-Saharan Africa*, [in:] Asaduzzaman A. (ed.), *Vegetables – Importance of Quality Vegetables to Human Health*, IntechOpen, 2019.
3. Bhargava A., Srivastava S., *Fruits*, [in:] *Participatory Plant Breeding: Concept and Applications*, Springer, Singapore 2019.
4. Bradley R.L., *Moisture and Total Solids Analysis*, [in:] *Food Analysis*, Springer, Boston 2010.
5. Chang S.K., Alasalvar C., Shahidi F., *Review of Dried Fruits: Phytochemicals, Antioxidant Efficacies, and Health Benefits*, Journal of Functional Foods, 2016, 21, s. 113–132.
6. Chen L., Xin X., Zhang H., Yuan Q., *Phytochemical Properties and Antioxidant Capacities of Commercial Raspberry Varieties*, Journal of Functional Foods, 2013, 5, s. 508–515.
7. Choi I.S., Kwak E., *Comparison of Antioxidant Activities and Bioactive Compounds between Bokbunja (*Rubus coreanus* Miq.) and Other Berries*, Food Science Biotechnology, 2014, 23(5), s. 1677–1682.
8. Cömert E.D., Mogol B.A., Gökmen V., *Relationship between Color and Antioxidant Capacity of Fruits and Vegetables*, Current Research in Food Science, 2019, 2, s. 1–10.
9. Dauchet L., Amouyel P., Hercberg S., Dallongeville J., *Fruit and Vegetable Consumption and Risk of Coronary Heart Disease: A Meta-Analysis of Cohort Studies*, The Journal of Nutrition, 2006, 136, s. 2588–2593.
10. Drużyńska B., Sieradzka B., Majewska E., Kowalska J., Wołosiak R., Derewiaka D., Ciecierska M., *Wybrane składniki bioaktywne i właściwości przeciwnadciśnieniowe owoców żurawiny i fig suszonych*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2016, t. XLIX, 3, s. 272–275.
11. Ezhilarasi P.N., Indrani D., Jena B.S., Anandharamakrishnan C., *Freeze Drying Technique for Microencapsulation of Garcinia Fruit Extract and Its Effect on Bread Quality*, Journal of Food Engineering, 2013, 117, s. 513–520.
12. Gaidhani K.A., Harwalkar M., Bhambere D., Nirgude P.S., *Lyophilization/Freeze Drying – A Review*, World Journal of Pharmaceutical Research, 2015, 4(8), s. 516–543.
13. Jangam S.V., Law C.L., Mujumdar A.S., *Drying of Foods, Vegetables and Fruits*, Singapore 2010.
14. Kaur C., Kapoor H.C., *Antioxidants in Fruits and Vegetables ± the Millennium's Health*, International Journal of Food Science and Technology, 2001, 36, s. 703–725.
15. Kiewlicz J., *Evaluation of Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of the Water Extract of the Powdered Barley Grass (*Hordeum vulgare* L.)*, Towaroznawcze Problemy Jakości, 2016, 2(46), s. 29–36.
16. Lewis R.A., *CRC Dictionary of Agricultural Science*, CRC Press, Florida, 2002, s. 172–198.

17. Manganaris G.A., Goulas V., Vicente A.R., Terry L.A., *Berry Antioxidants: Small Fruits Providing Large Benefits*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 2014, 94, s. 825–833.
18. Narwojsz A., Tańska M., Mazur B., Borowska E.J., *Fruit Physical Features, Phenolic Compounds Profile and Inhibition Activities of Cranberry Cultivars (Vaccinium macrocarpon) Compared to Wild-Grown Cranberry (Vaccinium oxycoccus)*, Plant Foods for Human Nutrition, 2019, 74, s. 300–306.
19. Nour V., Stampar F., Veberic R., Jakopic J., *Anthocyanins Profile, Total Phenolics and Antioxidant Activity of Black Currant Ethanol Extracts as Influenced by Genotype and Ethanol Concentration*, Food Chemistry, 2013, 141, s. 961–966.
20. Nowicka P., Wojdyło A., Lech K., Figiel A., *Chemical Composition, Antioxidant Capacity, and Sensory Quality of Dried Sour Cherry Fruits Pre-Dehydrated in Fruit Concentrates*, Food and Bioprocess Technology, 2015, 8, s. 2076–2095.
21. Omolola A.O., Jideani A.I.O., Kapila P.F., *Quality Properties of Fruits as Affected by Drying Operation*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2017, 57(1), s. 95–108.
22. Puupponen-Pimiä R., Nohynek L., Meier C., Kähkönen M., Heinonen M., Hopia A., Oksman-Caldentey K.M., *Antimicrobial Properties of Phenolic Compounds from Berries*, Journal of Applied Microbiology, 2001, 90, s. 494–507.
23. Ramful D., Tarnus E., Aruoma O.A., Bourdon E., Bahorun T., *Polyphenol Composition, Vitamin C Content and Antioxidant Capacity of Mauritian Citrus Fruit Pulps*, Food Research International, 2011, 44, s. 2088–2099.
24. Sablani S.S., Andrews P.K., Davies N.M., Walters T., Saez H., Bastarrachea L., *Effects of Air and Freeze Drying on Phytochemical Content of Conventional and Organic Berries*, Drying Technology, 2011, 29(2), s. 205–216.
25. Shashirekha M.N., Mallikarjuna S.E., Rajarathnam S., *Status of Bioactive Compounds in Foods, with Focus on Fruits and Vegetables*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2015, 55(1), s. 1324–1339.
26. Singleton V.N., Rossi J.A., *Colorimetry of Total Phenolics with Phospho-Molybdic Phosphotungstic Acid Reagents*, American Journal of Enology and Viticulture, 1965, 16(3), s. 144–158.
27. Sun J., Chu Y., Wu X., Liu R., *Antioxidant and Antiproliferative Activities of Common Fruits*, Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2002, 50, s. 7449–7454.
28. Viskelis P., Rubinskiene M., Jasutiene I., Šarkinas A., Daubaras R., Česonienė L., *Anthocyanins, Antioxidative, and Antimicrobial Properties of American Cranberry (Vaccinium macrocarpon Ait.) and Their Press Cakes*, Journal of Food Science, 2009, 74, s. C157–C161.
29. Wootton-Beard P.C., Moran A., Ryan L., *Stability of the Total Antioxidant Capacity and Total Polyphenol Content of 23 Commercially Available Vegetable Juices before and after in vitro Digestion Measured by FRAP, DPPH, ABTS and Folin-Ciocalteu Methods*, Food Research International, 2011, 44, s. 217–224.

30. Zorić Z., Pedisić S., Bursać-Kovačević B., Ježek D., Dragović-Uzelac V., *Impact of Packaging Material and Storage Conditions on Polyphenol Stability, Colour and Sensory Characteristics of Freeze-Dried Sour Cherry (prunus cerasus var. Marasca)*, Food Science and Technology, 2016, 53(2), s. 1247–1258.

Internet sources

31. FAO, 2020, *FAO Increasing Fruit and Vegetable Consumption Becomes a Global Priority*, FAO Newsroom Focus 2003, <http://www.fao.org/english/newsroom/focus/2003/fruitveg1.htm> (accessed 02.02.2020).
32. USDA, 2020, <https://www.choosemyplate.gov/fruits> (accessed 21.01.2020).

## PORÓWNANIE ZAWARTOŚCI ZWIĄZKÓW FENOLOWYCH W WYBRANYCH OWOCACH SUSZONYCH I LIOFILIZOWANYCH

**Streszczenie:** Suszone owoce określa się powszechnie jako skoncentrowane źródło wielu składników, takich jak potas, kwas foliowy i przeciwutleniacze. Na skalę przemysłową wykorzystuje się zróżnicowane metody suszenia. Liofilizacja jest rozpatrywana jako technika, umożliwiającą zachowanie wysokiej wartości odżywczej i odpowiedniej jakości sensorycznej produktu. Na rynku funkcjonuje zróżnicowany asortyment „owoców suszonych” i „owoców liofilizowanych”. Celem badań było porównanie zawartości związków fenolowych w wybranych owocach suszonych i liofilizowanych.

Przedmiot badań stanowiło siedem rodzajów owoców suszonych i liofilizowanych (czarna porzeczka, gruszki, jabłka, maliny, śliwki, wiśnie, żurawina). Podczas przeprowadzonych badań sporządzono ekstrakty z suszu owocowego, a następnie oznaczono zawartość związków fenolowych metodą Folina-Ciocalteu. Uzyskane wyniki potwierdzają, że owoce liofilizowane charakteryzują się wyższą zawartością związków fenolowych niż owoce suszone. Najbogatszym źródłem związków fenolowych były liofilizowane maliny, które zawierały 24,85 mg kwasu galusowego/g s.m. Dla porównania suszone maliny zawierały 20,32 mg kwasu galusowego/g s.m.

**Słowa kluczowe:** jakość żywności, owoce suszone, aktywność przeciwutleniająca, związki fenolowe, liofilizacja.



# WPŁYW SPOSOBU PRZEMYSŁOWEGO PRZETWARZANIA NASION GRYKI NA WŁAŚCIWOŚCI PRZECIWUTLENIAJĄCE UZYSKANYCH KASZ

**Joanna KLEPACKA, Elżbieta GUJSKA, Marta CZARNOWSKA-KUJAWSKA,  
Katarzyna STANIEWSKA**

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności,  
Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, e-mail: klepak@uwm.edu.pl

**Streszczenie:** W pracy analizowano wpływ prowadzonego w różnych warunkach przemysłowego przetwarzania nasion gryki na zawartość związków decydujących o właściwościach przeciwutleniających wyprodukowanych z nich kasz. Wykazano, że proces obłuskiwania w większym stopniu wpływał na zawartość związków mineralnych (zwłaszcza Mn, Fe i Zn), natomiast proces prażenia miał większy wpływ na związki fenolowe i Cu. W kształtowaniu właściwości przeciwutleniających nasion gryki najkorzystniejsze jest prażenie ich w niskiej temperaturze, ponieważ następuje wtedy mniejsze obniżenie ogólnej zawartości związków fenolowych i rutyny oraz wzrost aktywności przeciwutleniającej mierzonej stopniem wygaszania rodnika DPPH.

**Słowa kluczowe:** gryka, nasiona, kasza, obłuskiwanie, prażenie, polifenole, rutyna, aktywność przeciwutleniająca, związki mineralne.

## WSTĘP

Coraz większa liczba konsumentów żywności zwraca uwagę na to, aby oprócz oczekiwanych cech sensorycznych żywność zapewniała prawidłowe funkcjonowanie ich organizmów. Korzystne jest, aby obok podstawowych składników odżywczych, takich jak: białka, tłuszcze, węglowodany, witaminy i związki mineralne, zawierała ona również inne składniki wpływające pozytywnie na zdrowie [Liu i in. 2019]. Do związków tego typu należą m.in. przeciwutleniacze, wśród których, oprócz witaminy C i E, karotenoidów i niektórych składników mineralnych, wymienia się także kwas fitynowy oraz liczną grupę związków fenolowych [Zieliński, Achremowicz i Przygodzka 2012]. Działanie przeciwutleniające tych związków ma szczególne znaczenie w zapobieganiu chorobom powodowanym przez reaktywne formy tlenu, których duże ilości powstają w stanie tzw. stresu oksydacyjnego, wynikającego z naruszenia w organizmie naturalnej równowagi

między będącymi podstawą procesów życiowych procesami utleniania a mechanizmami przeciwutleniającymi [Griffits i in. 2016].

Dobrym źródłem przeciwutleniaczy, a szczególnie związków fenolowych i składników mineralnych oraz innych związków wpływających korzystnie na zdrowie, jest gryka [Ahmed i in. 2014]. Uprawia się ją głównie w celu pozyskania orzeszków, zwanych też nasionami, ziarniakami czy owocami. Najważniejsze występujące w nich związki fenolowe to należąca do flawonoidów rutyna i kwasy fenolowe. Nasiona gryki w zależności od ich rodzaju zawierają od 2541 do 3193  $\mu\text{g/g}$  ogólnej zawartości związków fenolowych, wśród których rutyna występuje na poziomie od 270 do 503  $\mu\text{g/g}$  [Klepacka i Najda 2020]. Ziarniaki gryki zawierają też około 2% popiołu, w którym dominują takie związki, jak miedź, mangan, żelazo i cynk [Grochowicz, Dominik i Fabisiak 2017].

Nasiona gryki w Polsce spożywa się głównie w postaci kaszy, którą uzyskuje się poprzez ich prażenie i obłuskiwanie. Stosowane w obróbce nasion procesy technologiczne mogą wpływać na zawartość występujących w nich związków w różny sposób, co zależy od rodzaju obróbki i stosowanych parametrów. Oddziaływanie tych procesów bada się głównie w warunkach laboratoryjnych, dlatego celem niniejszej pracy było określenie, jak przemysłowe przetwarzanie nasion gryki wpływa na właściwości przeciwutleniające uzyskanych z nich kasz.

W czasie przetwarzania nasion gryki najważniejsze znaczenie z punktu widzenia ich składu chemicznego mają dwa procesy: obłuskiwanie i prażenie. Ponieważ w czasie ich przemysłowego przetwarzania prażeniu poddaje się nasiona z łuską, a dopiero po tym procesie są one obłuszczone, to w celu określenia wpływu procesu usuwania łuski porównano pobrane z kaszarni surowe (nieogrzewane) nasiona gryki z łuską, a następnie obłuszczone je ręcznie w laboratorium. Aby zaś określić wpływ procesu prażenia, porównywano nasiona obłuszczone z kaszami. Taki sposób analizowania wyników jest pewnym uproszczeniem, które przyjęto na potrzeby niniejszego opracowania.

## 1. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiałem badań były nasiona gryki i kasze prażone w trzech polskich zakładach, stosujących różne parametry hydrotermicznej obróbki nasion.

Technologia produkcji kaszy gryczanej we wszystkich zakładach obejmowała następujące etapy: oczyszczanie ziarniaków gryki, sortowanie, prażenie, frakcjonowanie, obłuskiwanie, oddzielanie łuski, sortowanie kaszy, pakowanie i dystrybucję.

W zakładzie pierwszym prażenie prowadzono w prażarkach bębnowych opalanych drewnem, w których nie było możliwe kontrolowanie ciśnienia i temperatury, a proces trwał przez ok. 6–7 godzin. Obróbka hydrotermiczna prowadzona

w zakładzie drugim i trzecim polegała na prażeniu nasion gryki w kotłach ciśnieniowych, w których czynnikiem grzewczym była para wodna. Zakład drugi prowadził ją w następujących warunkach – ciśnienie pary wodnej: 6 barów, temperatura: 105–120°C, czas prażenia: 3 godziny, natomiast parametry stosowane w zakładzie trzecim wynosiły odpowiednio: 3 bary, 170°C, 40 minut.

Pobierane z poszczególnych zakładów przetwórczych nasiona gryki ręcznie obłuszczano, a następnie wszystkie analizowane produkty (nasiona z łuską, nasiona bez łuski i kasze) rozdrabniano w młynku laboratoryjnym IKA A10 i poddawano badaniom. Analizy wykonywano w trzech powtórzeniach równoległych.

Do oznaczania właściwości przeciwutleniających nasion gryki i uzyskanych z nich kasz zastosowano wymienione niżej metody analityczne.

### **1.1. Oznaczanie ogólnej zawartości związków fenolowych**

Zawartość związków fenolowych ogółem oznaczono metodą spektrofotometryczną [Ribereau-Gayon 1972; Guo i in. 2011], stosując czterokrotną ekstrakcję w temperaturze pokojowej za pomocą 80% metanolu oraz wywoływanie barwy przy użyciu odczynnika Folina-Ciocalteu i węglanu sodu. Absorbancję mierzono przy długości fali 720 nm, a wyniki wyrażono jako ekwiwalent katechiny.

### **1.2. Oznaczanie zawartości rutyny**

Zawartość rutyny oznaczono metodą chromatografii cieczowej [Briggs i in. 2004], stosując ekstrakcję 80% metanolem (2 h/70°C) i rozdział na chromatografii cieczowym Agilent Technologies 1200 Series z detektorem UV-VIS (DAD), wyposażonym w kolumnę Phenomenex Synergi 4u Hydro-RP (250×4,6 mm). Próbkę наносzono w ilości 100 µl, a jako fazę ruchomą stosowano mieszaninę 2,5% kwasu octowego, metanolu i acetonitrylu w stosunku ilościowym 35:5:10, o stałej prędkości przepływu wynoszącej 1 ml/min, detekcję zaś wykonywano przy długości fali 360 nm. Wyniki zinterpretowano, porównując uzyskane dla próbek rozdziały chromatograficzne z chromatogramem wzorca rutyny.

### **1.3. Oznaczanie aktywności przeciwrodnikowej**

Aktywność przeciwutleniającą metanolowych ekstraktów z nasion gryki i kasz wyznaczono poprzez określenie ich zdolności do wygaszania rodnika DPPH (1,1-difenylo-2-pikrylohydrazyl) [Brand-Williams, Cuvelier i Berset 1995]. Zdolność neutralizowania rodnika DPPH określono na podstawie oznaczanych kolorymetrycznie zmian stężenia stabilnego rodnika DPPH wobec próby kontrolnej.

Pomiaru absorpcji dokonano przy długości fali  $\lambda = 517$  nm, po 20 minutach inkubacji w temperaturze pokojowej, bez dostępu światła.

Zdolność badanych ekstraktów do przeciwdziałania reakcji utleniania obliczano ze wzoru:

$$\% \text{ inhibicji} = 100 - \{[(A_w - A_0) \times 100] / A_k\}$$

gdzie:

$A_w$  – absorpcja próby właściwej (badanego ekstraktu),

$A_0$  – absorpcja próby zerowej,

$A_k$  – absorpcja próby kontrolnej (z syntetycznym rodnikiem DPPH).

#### 1.4. Oznaczanie zawartości związków mineralnych

Zawartość wybranych składników mineralnych (Cu, Mn, Fe i Zn) oznaczono metodą płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej [Whiteside 1979]. Produkty mineralizowano na mokro w mieszaninie stężonego kwasu azotowego ( $\text{HNO}_3$ ) i nadchlorowego ( $\text{HClO}_4$ ) w proporcji 3:1.

Proces ten przeprowadzono w elektrycznym aluminiowym bloku grzejnym z programowaniem temperatury (model VELP DK 20, firmy VELP Scientifica, Włochy), przez 4–6 godzin, podnosząc stopniowo temperaturę od 120 do 200°C.

Równocześnie z próbami badanymi przygotowywano próby odczynnikowe. Zawartość poszczególnych składników mineralnych oznaczano techniką płomieniowej spektrometrii absorpcji atomowej (płomień acetylen-powietrze), stosując aparat iCE 3000 Series-Thermo, USA, wyposażony w stację danych Glite, korekcję tła (lampa deuterowa) oraz odpowiednie lampy katodowe.

Oznaczanie pierwiastków przeprowadzono z zastosowaniem następujących długości fali: 324,8 nm (Cu), 279,5 nm (Mn), 248,3 (Fe) i 213,9 nm (Zn).

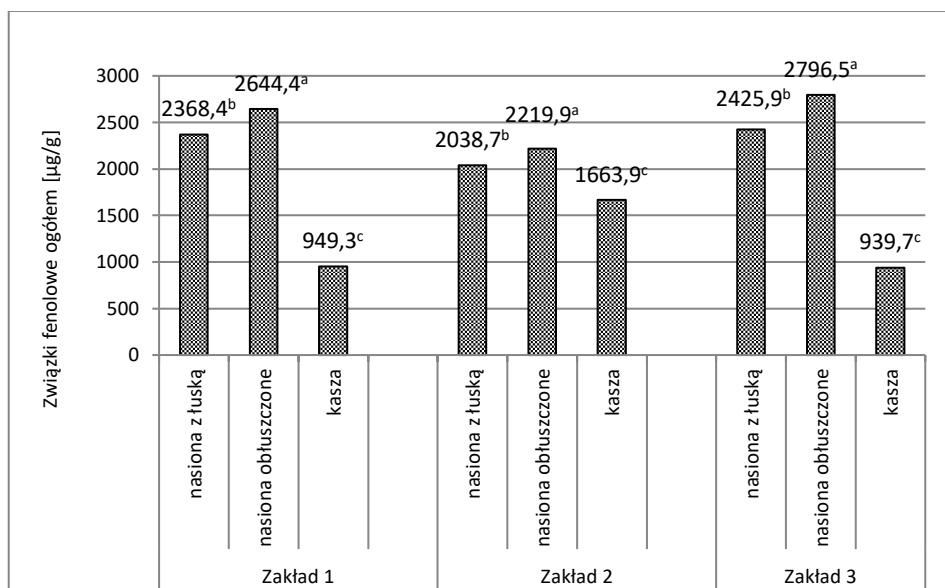
#### 1.5. Analiza statystyczna uzyskanych wyników

Wyniki oznaczeń przedstawiono jako średnie arytmetyczne. Aby określić, czy różnice w wielkości oznaczanych parametrów są istotne statystycznie i czy występują między nimi zależności korelacyjne, wykonano analizę statystyczną uzyskanych wyników w programie Statistica 12 z wykorzystaniem analizy korelacji i regresji oraz analizy wariancji z zastosowaniem testu Duncana.

## 2. OMÓWIENIE I DISKUSJA WYNIKÓW

### 2.1. Analiza zawartości składników wpływających na właściwości przeciwutleniające nasion gryki i uzyskanych z nich kasz

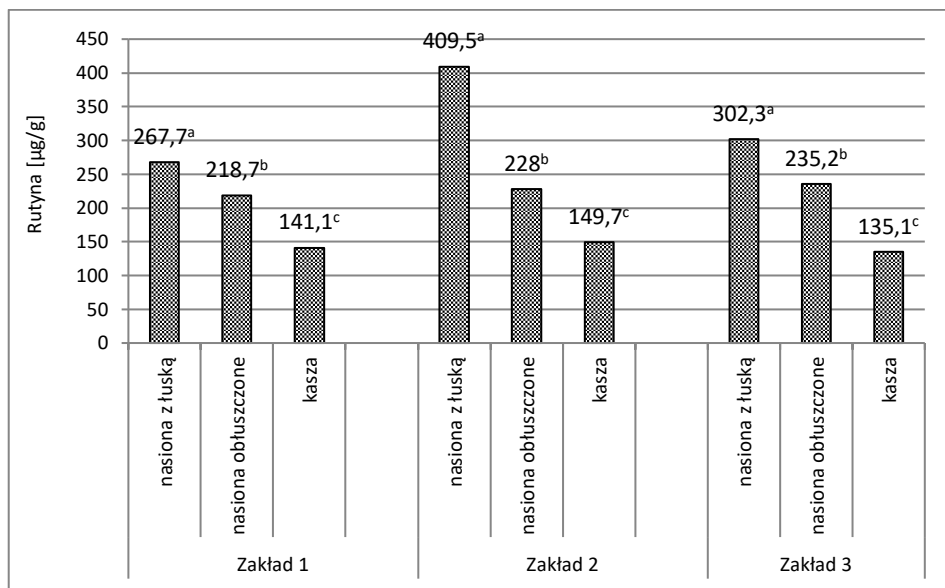
Analizując ogólną zawartość związków fenolowych należy stwierdzić, że najlepszym ich źródłem okazały się nasiona gryki pochodzące z zakładu trzeciego, które przed obłuskiwaniem zawierały je na poziomie 2425,9  $\mu\text{g/g}$ , natomiast po usunięciu łuski ich zawartość wzrosła do 2796,5  $\mu\text{g/g}$  (rys. 1). Najmniejszym poziomem tych związków odznaczały się nasiona pobrane z zakładu drugiego, które przed obłuszczeniem zawierały je w ilości 2038,7  $\mu\text{g/g}$ , a po zdjęciu łuski ich poziom wynosił 2219,9  $\mu\text{g/g}$ . Tendencję wzrastającej pod wpływem obłuskiwania zawartości związków fenolowych ogółem zaobserwowano w przypadku nasion pochodzących ze wszystkich zakładów, co świadczy o tym, że składniki te występowały przede wszystkim w pozostałej po usunięciu łuski warstwie aleuronowej ziarniaków.



a, b, c – wartości oznaczone dla produktów w obrębie każdego zakładu tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie statystycznie przy  $p < 0,05$ .

**Rys. 1.** Ogólna zawartość związków fenolowych w nasionach gryki i uzyskanych z nich kaszach

Zupełnie inaczej wpłynął proces obłuskiwania na zawartość występującej w nasionach gryki rutyny (rys. 2). W przypadku nasion pochodzących ze wszystkich zakładów proces ten spowodował statystycznie istotne obniżenie jej zawartości, co wskazuje na to, że największa jej koncentracja występowała w łusce. Wykazane w niniejszej pracy tendencje, dotyczące rozmieszczenia związków fenolowych i rutyny w poszczególnych warstwach nasion, potwierdzają badania Jambreca i in. [2015] oraz Keriene i in. [2016].



a, b, c – wartości oznaczone dla produktów w obrębie każdego zakładu tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie statystycznie przy  $p < 0,05$ .

**Rys. 2.** Zawartość rutyny w nasionach gryki i uzyskanych z nich kaszach

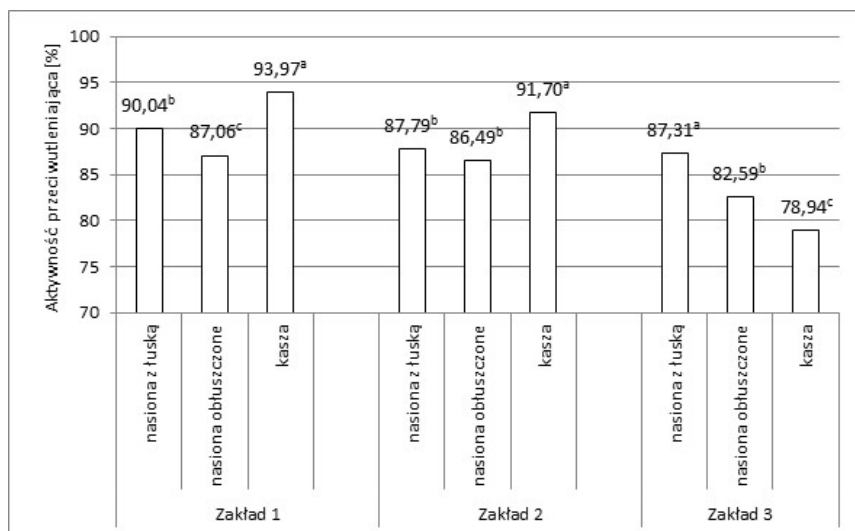
Analiza danych, pokazanych na rysunku 2, pozwala też stwierdzić, że spośród wszystkich badanych nasion gryki z łuską najlepszym źródłem rutyny były próbki pobrane z zakładu drugiego, które zawierały ją na poziomie 409,5 µg/g, natomiast po zdjęciu łuski bogate jej źródło stanowiły również nasiona pochodzące z zakładu trzeciego.

Zaobserwowane na rysunkach 1 i 2 różnice w zawartości związków fenolowych, występujących w pochodzących z różnych kaszarni nasionach gryki, mogą wynikać zarówno ze zróżnicowanych cech odmianowych nasion [Mikulajová i in. 2016], jak i różnic w sposobie ich uprawy i zbioru. Peng i in. [2017] określili, że różnice w miejscu i sposobie uprawy gryki mogą wpływać na 3-krotne różnice w zawartości

związków fenolowych, a Guo i in. [2011] wskazują, że różnice te mogą być prawie 11-krotne, z kolei Stojilkovski i in. [2013] dodają, że nawet 15-krotne.

Wykazano podobne tendencje, dotyczące zmian analizowanych związków fenolowych, zachodzących pod wpływem procesu prażenia nasion gryki (rys. 1 i 2). Prażenie nasion prowadzone we wszystkich zakładach spowodowało obniżenie zarówno ogólnej zawartości związków fenolowych, jak i poziomu rutyny, a najlepsze źródło tych związków stanowiły kasze wyprodukowane w zakładzie drugim. Tendencję obniżającą się pod wpływem obróbki hydrotermicznej zawartości związków fenolowych potwierdzają również badania Zhanga i in. [2010], Bhindera i in. [2019], Klepackiej [2020] oraz Klepackiej i Najdy [2020].

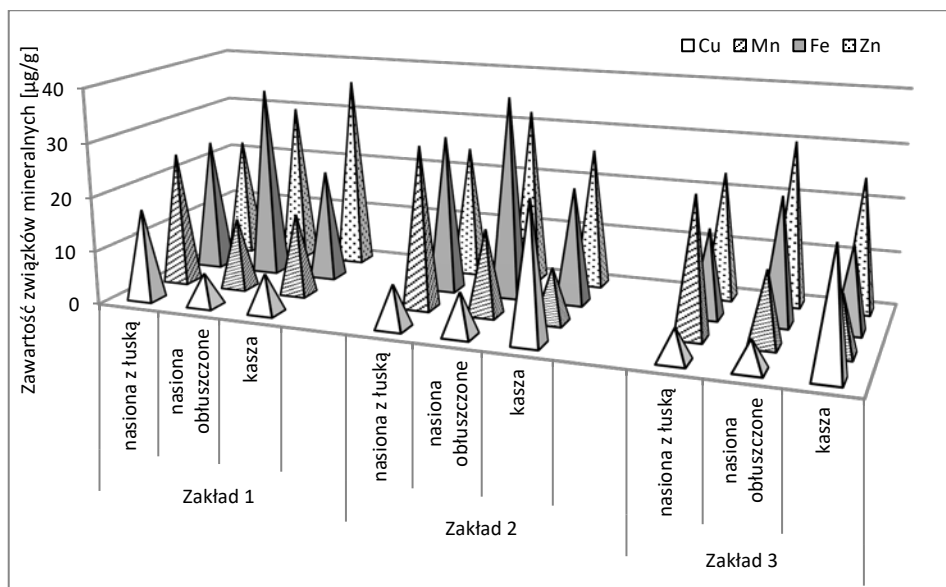
Aktywność przeciwrodnikowa pod wpływem przetwarzania nasion gryki zmieniała się w mniejszym stopniu niż zawartość związków fenolowych (rys. 3). Pochodzące z różnych zakładów nasiona gryki z łuską charakteryzowały się małą zmiennością aktywności przeciwutleniającej, która mieściła się w zakresie od 87,31 do 90,04%. Proces obłuskiwania spowodował jej obniżenie we wszystkich nasionach, natomiast różną tendencję zmian zaobserwowano w przypadku procesu prażenia. Sposób prowadzenia tego procesu w zakładzie pierwszym i drugim wpłynął na zwiększenie zdolności uzyskanych z nasion kasz do wygaszania rodnika DPPH, a obróbka cieplnowodna, prowadzona w zakładzie trzecim, skutkowała obniżeniem właściwości przeciwutleniających przetwarzanych nasion.



a, b, c – wartości oznaczone dla produktów w obrębie każdego zakładu tymi samymi literami nie różnią się między sobą istotnie statystycznie przy  $p < 0,05$ .

**Rys. 3.** Aktywność przeciwrodnikowa nasion gryki i uzyskanych z nich kasz [%]

Nasiona gryki z łuską były najlepszym źródłem Mn i Fe, których najwięcej zawierały próbki pochodzące z zakładu drugiego, a ich zawartość wynosiła odpowiednio 30,00  $\mu\text{g/g}$  (w przypadku Mn) i 29,17  $\mu\text{g/g}$  (w przypadku Fe) (rys. 4). We wszystkich nasionach z łuską w najmniejszej ilości występowała Cu, której zawartość zmieniała się od 5,89 do 16,88  $\mu\text{g/g}$  w zależności od rodzaju nasion. Ze względu na poziom tego pierwiastka nasiona gryki z łuską były najbardziej zróżnicowane, ponieważ w zależności od ich pochodzenia zawartość pozostałych pierwiastków zmieniała się w dużo mniejszym zakresie, wynoszącym odpowiednio 24,70–30,00  $\mu\text{g/g}$  w przypadku Mn, 16,23–29,17  $\mu\text{g/g}$  w przypadku Fe i 22,17–24,47  $\mu\text{g/g}$  w odniesieniu do Zn. Zmienność zawartości składników mineralnych w badanych próbkach wynika prawdopodobnie z różnic w sposobie ich uprawy, a zwłaszcza ze stosowanych środków chemicznych [Pongrac i in. 2013; Jaroszewska i in. 2019].



**Rys. 4.** Zawartość związków mineralnych w nasionach gryki i uzyskanych z nich kaszach

Proces obłuskiwania spowodował spadek zawartości Mn i wzrost poziomu Fe i Zn we wszystkich próbkach pochodzących z różnych miejsc (rys. 4). Oznacza to, że największa koncentracja Mn miała miejsce w łusce nasion gryki, natomiast Fe i Zn w największych ilościach występowały w pozostałej po zdjęciu łuski warstwie aleuronowej i zarodku ziarniaków. Proces usuwania łuski miał niejednoznaczny wpływ na Cu, ponieważ jedynie w przypadku nasion pochodzących z zakładu



pierwszego następowały związane z obłuskiwaniem statystycznie istotne zmiany zawartości tego pierwiastka. Zróżnicowany stopień ilościowych zmian Cu mógł być związany z różną podatnością na obłuskiwanie pochodzących z różnych zakładów nasion, co może wynikać z różnic w ich strukturze i składzie chemicznym. Jak podają Kowalewski, Gałązka i Gąsiorowska [2004], procentowa zawartość poszczególnych warstw anatomicznych, występujących w ziarniakach gryki, zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od jej cech odmianowych oraz warunków uprawy, zbioru i przechowywania.

Proces prażenia próbek, prowadzony we wszystkich zakładach, spowodował obniżenie poziomu Fe i podwyższenie zawartości Cu (rys. 4), natomiast zmiany zawartości pozostałych związków mineralnych zależały od warunków prażenia. Procesy obróbki hydrotermicznej prowadzone w zakładzie drugim i trzecim spowodowały obniżenie zawartości Zn i Mn, a prażenie w zakładzie pierwszym spowodowało podwyższenie poziomu tych związków. Różny kierunek zmian zawartości związków mineralnych pod wpływem obróbki hydrotermicznej mógł wynikać z różnic w sposobie jej prowadzenia, co miało szczególny wpływ na zakres i sposób wymywania składników rozpuszczalnych w wodzie [Deng i in. 2015].

## 2.2. Analiza zakresu zmian ilościowych zachodzących w nasionach gryki pod wpływem procesu obłuskiwania i prażenia

Aby wyraźniej zaobserwować wpływ najważniejszych procesów technologicznych, zachodzących w czasie przetwarzania nasion gryki na kasze, czyli obłuskiwania i prażenia, należy przeanalizować dane przedstawione w tabeli 1.

**Tabela 1**

Zmiany oznaczanych wyróżników zachodzące podczas obłuskiwania i prażenia nasion gryki [%]

Zakład	Proces	ZFO*	Rutyna	AP*	Cu	Mn	Fe	Zn
Zakład 1	Obłuskiwanie	↑12%	↓18%	↓3%	↓64%	↓47%	↑45%	↑35%
	Prażenie	↓65%	↓35%	↑8%	↑20%	↑15%	↓42%	↑20%
Zakład 2	Obłuskiwanie	↑9%	↓45%	—	—	↓47%	↑28%	↑33%
	Prażenie	↓25%	↓35%	↑6%	↑220%	↓36%	↓43%	↓20%
Zakład 3	Obłuskiwanie	↑15%	↓22%	↓5%	—	↓46%	↑43%	↑28%
	Prażenie	↓66%	↓42%	↓5%	↑320%	↓21%	↓42%	↓19%

\* ZFO – związki fenolowe ogółem; AP – aktywność przeciwnadciwiotworowa.

W czasie przetwarzania nasion gryki większe zmiany ilościowe w zawartości związków fenolowych zachodziły pod wpływem procesu prażenia, w porównaniu z obłuskiwaniem. Największe obniżenie ogólnej zawartości związków fenolowych i rutyny (o odpowiednio 66 i 42%) miało miejsce w czasie prażenia nasion w zakładzie trzecim, w którym stosowano najwyższą temperaturę tego procesu (170°C). Obróbka cieplnowodna, prowadzona w tym zakładzie, wpłynęła również niekorzystnie na aktywność przeciwrodnikową, powodując jej obniżenie o 5%, podczas gdy prażenie nasion w pozostałych zakładach powodowało jej wzrost.

Prażenie nasion miało również niekorzystny wpływ na poziom Fe, którego zawartość pod wpływem prowadzenia tego procesu we wszystkich zakładach obniżała się w podobnym stopniu (o 42–43%). Na zawartość tego pierwiastka korzystny wpływ miał proces obłuskiwania, który spowodował wzrost jego zawartości o 28–45%, w zależności od rodzaju nasion. W dość podobnym stopniu wpływał proces obłuskiwania na poziom Zn, powodując wzrost jego zawartości o 28–35%, w zależności od pochodzenia nasion. Prażenie prowadzone w kotłach ciśnieniowych stosowanych w zakładzie drugim i trzecim wpływało negatywnie na poziom Zn i Mn, obniżając ich zawartość o około 20% w przypadku Zn i nawet 36% w przypadku Mn. Prowadzenie zaś prażenia w kotłach ciśnieniowych wpływało wyjątkowo korzystnie na zawartość Cu, podwyższając ją prawie 4-krotnie.

W dostępnej literaturze przedmiotu trudno jest znaleźć badania, w których porównywano właściwości przeciwutleniające nasion gryki, przetwarzanych w różnych warunkach przemysłowych, ponieważ zdecydowana większość badań odnosi się do obróbki prowadzonej w skali laboratoryjnej, która nie w pełni oddaje warunki rzeczywistego przetwarzania nasion. Potwierdzeniem różnego stopnia zmian właściwości przeciwutleniających nasion gryki, zachodzących pod wpływem różnych parametrów i technik przemysłowej obróbki nasion, są głównie wcześniejsze badania zespołu [Klepacka 2015, 2017 i 2020; Klepacka i Najda 2020].

### **2.3. Analiza zależności korelacyjnych zachodzących między oznaczanymi wyróżnikami**

Analiza wielkości współczynników korelacji, zestawionych w tabeli 2, pozwala stwierdzić, że w kształtowaniu właściwości przeciwutleniających nasion gryki największe znaczenie mają interakcje, zachodzące między poziomem związków fenolowych a zawartością Mn i Fe, a zwłaszcza rutyny i Mn. Wysoka i statystycznie istotna wartość współczynnika korelacji, oznaczonego między poziomem rutyny i Mn ( $r = 0,8982$ ), może oznaczać, że związki te występują w podobnych połączeniach z innymi składnikami chemicznymi nasion gryki, o czym świadczyć też może fakt, że zawartość tych związków w czasie przetwarzania nasion gryki zmieniała się w podobnym stopniu. Zależności te potwierdzają również istotną rolę związków

fenolowych, a w szczególności rutyny, w chelatowaniu metali przejściowych [Zieliński, Achremowicz i Przygodzka 2012; Klepacka 2017].

Żaden z oznaczanych składników nie wywierał dużego wpływu na aktywność przeciwutleniającą, mierzoną aktywnością wygaszania rodnika DPPH, ale mechanizm przeciwutleniającego działania składników żywności jest różny, niejednokowe są w związku z tym sposoby pomiaru aktywności przeciwutleniającej.

Hęś i in. [2014] wykazali, że pod wpływem gotowania nasion gryki zmniejsza się ich zdolność do neutralizowania wolnych rodników, natomiast nie zmienia się zdolność hamowania utleniania kwasu linolowego. Ustalono, że najistotniejsze związki występują między ogólną zawartością związków fenolowych a aktywnością przeciwutleniającą nasion gryki, mierzoną zdolnością do chelatowania jonów żelaza.

**Tabela 2**

Analiza zależności korelacyjnych między oznaczanymi wyróżnikami

Wyróżnik	Rutyna	Cu	Mn	Fe	Zn	AP*
ZFO*	0,5556	-0,5092	0,3116	0,4714	-0,1687	-0,1077
Rutyna		-0,4734	<b>0,8982**</b>	0,2730	-0,4305	0,0060
Cu			-0,3683	-0,3961	-0,4593	-0,0554
Mn				0,0387	-0,4725	0,2085
Fe					0,3432	0,0983
Zn						0,2348

\* ZFO – związki fenolowe ogółem; AP – aktywność przeciwutleniająca.

\*\* Pogrubioną czcionką oznaczono zależności korelacyjne istotne statystycznie przy  $p < 0,05$ .

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań należy stwierdzić, że sposób i technika przemysłowego przetwarzania nasion gryki wpływają znacząco na właściwości przeciwutleniające uzyskanych z nich kasz, a decydujące znaczenie mają w tym zakresie dwa procesy: obłuskiwanie i prażenie.

Proces obłuskiwania w większym stopniu wpływał na zawartość związków mineralnych (zwłaszcza Mn, Fe i Zn), co miało związek z ich rozmieszczeniem w poszczególnych warstwach nasion, natomiast proces prażenia miał większy wpływ na związki fenolowe i Cu. Pod jego wpływem ogólna zawartość polifenoli i poziom rutyny obniżyły się prawie o połowę, a zawartość Cu w jednym z zakładów wzrosła ponad 4-krotnie.

Wydaje się, że w kształtowaniu właściwości przeciwutleniających nasion gryki najkorzystniejsze jest prażenie ich w niskiej temperaturze (ok. 100°C), ponieważ następuje wtedy mniejsze obniżenie ogólnej zawartości związków fenolowych i rutyny oraz wzrost aktywności przeciwutleniającej, mierzonej stopniem wygaszania rodnika DPPH.

Ważne jest podejmowanie dalszych badań, analizujących zachodzące w różnych warunkach przemysłowych zmiany składników, odpowiadających za właściwości przeciwutleniające przetwarzanych nasion gryki, ponieważ może to umożliwić takie projektowanie procesu obróbki nasion, w którym właściwości przeciwutleniające uzyskanych kasz będą jak najwyższe.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ahmed A., Khalid N., Ahmad A., Abbasi N., Latif M., Randhawa M., *Phytochemicals and Biofunctional Properties of Buckwheat: A Review*, The Journal of Agricultural Science, 2014, 152(3), s. 349–369.
2. Bhinder S., Singh B., Kaur A., Singh N., Kaur M., Kumari S., Yadav M.P., *Effect of Infrared Roasting on Antioxidant Activity, Phenolic Composition and Maillard Reaction Products of Tartary Buckwheat Varieties*, Food Chemistry, 2019, 285, s. 240–251.
3. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C., *Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity*, Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 1995, 28, s. 25–30.
4. Briggs C.J., Campbell C., Pierce G., Jiang P., *Bioflavonoid Analysis and Antioxidant Properties of Tartary Buckwheat Accessions*, Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat, Prague 2004, s. 593–597.
5. Deng Y., Padilla-Zakour O., Zhao Y., Tao S., *Influences of High Hydrostatic Pressure, Microwave Heating, and Boiling on Chemical Compositions, Antinutritional Factors, Fatty Acids, in Vitro Protein Digestibility, and Microstructure of Buckwheat*, Food and Bioprocess Technology, 2015, 8, s. 2235–2245.
6. Griffiths K., Aggarwal B.B., Singh R.B., Buttar H.S., Wilson D., De Meester F., *Food Antioxidants and Their Anti-Inflammatory Properties: A Potential Role in Cardiovascular Diseases and Cancer Prevention*, Diseases, 2016, 4(3).
7. Grochowicz J., Dominik P., Fabisiak A., *Możliwości wykorzystania żywności naturalnej jako efekt ogólnoswiatowego trendu w zakresie zapotrzebowania na żywność prozdrowotną*, Zeszyty Naukowe Uczelni Vistula w Warszawie, 2017, 54(3), s. 223–240.
8. Guo X., Ma Y., Parry J., Gao J., Yu L., Wang M., *Phenolic Content and Antioxidant Activity of Tartary Buckwheat from Different Locations*, Molecules, 2011, 16, s. 9850–9867.

9. Hęś M., Dziedzic K., Górecka D., Drożdżyńska A., Gujska E., *Effect of Boiling in Water of Barley and Buckwheat Groats on the Antioxidant Properties and Dietary Fiber Composition*, Plant Foods for Human Nutrition, 2014, 69, s. 276–282.
10. Jambrec D., Sakač M., Mišan A., Mandić A., *Effect of Autoclaving and Cooking on Phenolic Compounds in Buckwheat-Enriched Whole Wheat Tagliatelle*, Journal of Cereal Science, 2015, 66, 1–9.
11. Jaroszewska A., Sobolewska M., Podsiadło C., Stankowski S., *The Effect of Fertilization and Effective Microorganisms on Buckwheat and Millet*, Acta Agrophysica, 2019, 26(3), s. 15–28.
12. Keriene I., Mankeviciene A., Bliznikas S., Cesnuleviciene R., Janaviciene S., Jablonskyte-Rasce D., Maiksteniene S., *The Effect of Buckwheat Groats Processing on the Content of Mycotoxins and Phenolic Compounds*, CYTA – Journal of Food, 2016, 14(4), s. 565–571.
13. Klepacka J., *Wpływ procesu prażenia i czasu przechowywania na zawartość związków fenolowych w kaszy gryczanej*, Fragmenta Agronomica, 2015, 32(1), s. 58–65.
14. Klepacka J., *Ocena cech prozdrowotnych kaszy gryczanej w zależności od zastosowanego surowca i procesu produkcji*, Wydawnictwo UWM w Olsztynie, Olsztyn 2017.
15. Klepacka J., *Wpływ sposobu produkcji kaszy gryczanej i czasu jej przechowywania na zawartość związków fenolowych*, Przemysł Chemiczny, 2020, 99, 5, s. 746–750.
16. Klepacka J., Najda A., *Effect of Commercial Processing on Polyphenols and Antioxidant Activity of Buckwheat Seeds*, International Journal of Food Science and Technology, 2020.
17. Kowalewski W., Gałązka R., Gąsiorowska T., *Technologia czyszczenia i przerobu gryki na kaszę*, Przegląd Zbożowo-Młynarski, 2004, 6, s. 28–30.
18. Liu Y., Cai C., Yao Y., Xu B., *Alteration of Phenolic Profiles and Antioxidant Capacities of Common Buckwheat and Tartary Buckwheat Produced in China upon Thermal Processing*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 2019, 99, s. 5565–5576.
19. Mikulajová A., Šedivá D., Hybenová E., Mošowská S., *Buckwheat Cultivars – Phenolic Compounds Profiles and Antioxidant Properties*, Acta Chimica Slovaca, 2016, 9(2), s. 124–129.
20. Peng L.X., Zou L., Tan M.L., Deng Y.Y., Yan J., Yan Z.Y., Zhao G., *Free Amino Acids, Fatty Acids, and Phenolic Compounds in Tartary Buckwheat of Different Hull Colour*, Czech Journal of Food Science, 2017, 35, s. 214–222.
21. Pongrac P., Vogel-Mikuš K., Jeromel L., Vavpetič P., Pelicon P., Kaulich B., Gianoncelli A., Eichert D., Regvar M., Kreft I., *Spatially Resolved Distributions of the Mineral Elements in the Grain of Tartary Buckwheat (Fagopyrum tataricum)*, Food Research International, 2013, 54, s. 125–131.
22. Ribereau-Gayon P., *Plant Phenolics*, Hafner Publishing Company, New York 1972.

23. Stojilkovski K., Kocevar-Glavac N., Kreft S., Kreft I., *Fagopyrin and Flavonoid Contents in Common, Tartary, and Cymosum Buckwheat*, Journal of Food Composition and Analysis, 2013, 32, s. 126–130.
24. Whiteside P.J., *Atomic Absorption*, Data Book, 3rd ed., Pye Unicam Ltd., Cambridge, UK, 1979.
25. Zhang M., Chen M., Li J., Pei Y., Liang Y., *Antioxidant Properties of Tartary Buckwheat Extracts as Affected by different thermal processing methods*, LWT – Food Science and Technology, 2010, 43, s. 181–185.
26. Zhu F., *Chemical Composition and Health Effects of Tartary Buckwheat*, Food Chemistry, 2016, 203, s. 231–245.
27. Zieliński H., Achremowicz B., Przygodzka M., *Przeciwutleniacze ziarniaków zbóż*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2012, 1(80), s. 5–26.

## INFLUENCE OF INDUSTRIAL PROCESSING OF BUCKWHEAT GRAINS ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES OF OBTAINED GROATS

**Abstract:** The study analyzed the impact of the industrial processing of buckwheat grains carried out under various industrial conditions on the antioxidant properties of groats. It was shown that dehulling process had a greater effect on the content of mineral compounds (especially Mn, Fe nad Zn), while the roasting process had a greater impact on phenolic compounds and Cu. In shaping the antioxidant properties of buckwheat seeds, the most advantageous is roasting them at low temperature (about 100°C), because then there is a smaller reduction in the overall content of phenolic compounds and rutin, and an increase in antioxidant activity measured by the degree of DPPH radical extinction.

**Keywords:** buckwheat, grains, groats, dehulling, roasting, phenolics, rutin, antioxidant activity, mineral components.



# ROLA TOWAROZNAWSTWA W KSZTAŁTOWANIU ZRÓWNOWAŻONEJ PRODUKCJI I KONSUMPCJI

**Filip KŁOBUKOWSKI, Magdalena SKOTNICKA, Kaja KARWOWSKA**

Gdański Uniwersytet Medyczny, Wydział Nauk o Zdrowiu z Instytutem Medycyny Morskiej i Tropikalnej, Katedra Żywienia Klinicznego, Zakład Towaroznawstwa Żywności,  
e-mail: fklobukowski@gumed.edu.pl

**Streszczenie:** W XXI wieku dynamika globalnych zmian społeczno-środowiskowych jest bardzo wysoka. Przyczynia się to do powstawania bądź dostrzegania nowych wyzwań, a także intensyfikacji już istniejących. Ukazuje również, jak ogromną rolę pełni analiza jakości życia, towarów bądź usług.

Konsument na dzisiejszym rynku z jednej strony wykazuje wyższe potrzeby niż niegdyś, z drugiej zaś posiada większe zdolności ich zaspokojenia. Wpływa to na strukturę i wielkość produkcji oraz konsumpcji, co bezpośrednio przekłada się na stan środowiska naturalnego. Towaroznawstwo, jako nauka o jakości, w dużym stopniu jest powiązane z powyższymi aspektami, dostarcza bowiem niezbędnych danych do poprawy jakości i bezpieczeństwa produktów oraz ochrony środowiska.

**Słowa kluczowe:** towaroznawstwo, jakość, rozwój zrównoważony, ekologia.

## WSTĘP

Działalność człowieka od początku jego istnienia wywierała wpływ na środowisko, jednakże początkowo było to zjawisko marginalne. Wraz ze wzrostem populacji i nowymi technikami oraz technologiami wytwórczymi można było zaspokajać coraz bardziej zróżnicowane potrzeby ludzkie. Skutkowało to intensyfikacją wpływu działań ludzi na środowisko naturalne.

Dynamika zmian środowiskowych, powiązana bezpośrednio z działalnością człowieka, została dopiero jednoznacznie dostrzeżona w XX wieku. Organizacja Narodów Zjednoczonych podjęła się inicjatywy stworzenia międzynarodowego przedsięwzięcia, skupiającego się na ekologii. Pierwsza konferencja środowiskowa miała miejsce w 1972 r. w Sztokholmie, pozostałe mają się odbywać co 20 lat. Za przełomową podaje się przede wszystkim Konferencję w Rio de Janeiro z 1992 r., nazwaną Szczytem Ziemi. Szczyt Ziemi skupił 183 delegacje rządowe (ok. 30 tys. uczestników), z czego aż 153, w tym Polska, podpisały konwencję w sprawie zmian klimatu. Najistotniejszym, zarazem podsumowującym wszelkie ustalenia z tego wydarzenia, jest dokument „Agenda 21”. Liczy on aż około 700 stron i składa się

z czterech części, w tym 40 rozdziałów. Główne części dokumentu obejmują: wymiar społeczny i ekonomiczny, ochronę i zarządzanie zasobami rozwoju, umacnianie roli różnych grup społecznych, środki realizacji [Kozłowski 1993].

W 2012 r. odbyła się Konferencja „Rio+20” w Rio de Janeiro, która miała na celu zwrócenie uwagi na efekty osiągnięte dzięki Szczytowi Ziemi sprzed 20 lat, a także na opracowanie założeń przeciwdziałania nowym problemom środowiskowym i zmianom społeczno-gospodarczym. Wszystkie aspekty omawiane są poprzez pryzmat tzw. rozwoju zrównoważonego [Zukang 2020].

Dążenie do poprawy stanu środowiska, w tym przeciwdziałanie dalszemu nadmiernemu eksploatowaniu złóż, ograniczenie zanieczyszczania oraz wyrównanie szans rozwoju, edukacji i poprawa bytu ludzkiego, są to zagadnienia niezwykle trudne i złożone. Nie byłoby jednak możliwości podjęcia jakichkolwiek działań zapobiegawczych bądź naprawczych, gdyby nie istniały narzędzia i metody analizy danych zjawisk. Starania te wykorzystują wiedzę z zakresu wielu dziedzin i dyscyplin nauki. Celem pracy jest próba określenia wyjątkowo istotnej roli wiedzy towaroznawczej, ze względu na jej interdyscyplinarny charakter i wieloaspektowość, w poszukiwaniu rozwiązań najistotniejszych problemów ludzkości.

## 1. TOWAROZNAWSTWO

Produkt, który został wytworzony z zamiarem wprowadzenia go do sprzedaży, jest określany jako towar. Zgodnie z definicją Słownika języka polskiego PWN, towaroznawstwo jest to „nauka zajmująca się badaniem użytkowych właściwości towarów, ich wyrobu itp.” [Słownik języka polskiego PWN]. Jest to definicja bardzo ogólna, która nie zwraca uwagi na pozostałe istotne aspekty danej nauki. Bardziej rozbudowana definicja wskazuje, że jest to „nauka o właściwościach towarów, metodach ich badania i oceny, czynnikach, zjawiskach i procesach rzutujących na ich jakość i wartość użytkową, o właściwym kształtowaniu jakości produktów w sferach przedprodukcyjnej, produkcji i poprodukcyjnej” [Koszevska 2011]. Takie ujęcie zdecydowanie lepiej ukazuje, na jakich zagadnieniach skupia się towaroznawstwo jako nauka o jakości.

Obecnie nauka ta jest postrzegana w trzech różnych dziedzinach i dyscyplinach:

- towaroznawstwo w zakresie zarządzania jakością i produktem (nauki o zarządzaniu i jakości);
- towaroznawstwo w zakresie produktów spożywczych (technologia żywności i żywienia);
- towaroznawstwo w zakresie materiałów (inżynieria materiałowa) [https://konstytucjadlanauki.gov.pl/].



Ujęcie towaroznawstwa w trzech różnych dziedzinach i dyscyplinach ukazuje, jak bardzo złożona jest ta nauka oraz wskazuje na jej wybitnie interdyscyplinarny charakter. Elementem wspólnym powyższych kategorii jest pojęcie jakości. Towaroznawstwo i zarządzanie jakością są w dużym stopniu ze sobą spokrewnione, a z niektórych opracowań wynika, że towaroznawstwo jest postrzegane jako pierwowzór dla zarządzania jakością [Ruževičius 2011]. Towaroznawstwo obejmuje analizę czynników kształtujących jakość w odniesieniu do rynku produktów żywnościowych, przemysłowych oraz usług.

### 1.1. Rozwój towaroznawstwa jako wiedzy o jakości – zarys historyczny

**Epoka towaroznawstwa opisowego.** Impulsem do rozwoju towaroznawstwa był etap, w którym nastąpiła wzmożona produkcja. Możliwe to było dzięki przełomowemu rozwojowi technologii, przyczyniającemu się do masowej produkcji [Furmanek 2018]. To z kolei na zasadzie sprzężenia zwrotnego umożliwiło istotny wzrost populacji ludzkiej, dalej wzmagając popyt na towary. Wraz z większymi możliwościami produkcyjnymi nastąpił rozwój relacji handlowych, w tym przepływ informacji, co wspomogło rozwój metod analizy towarów i dokumentowania wyników badań nad produktami. Na tym etapie jednak możliwości analityczne były na tyle niskie, że procedury, jak i wnioski płynące z doświadczeń, opracowywane były w formie opisowej. Z tego względu okres obejmujący początki XVI do XVIII wieku nazywany jest epoką opisową towaroznawstwa [Mazaraki i Pugachevskyi 2014].

**Epoka towaroznawstwa technologicznego.** W epoce tej rozszerzono zakres badań oraz analizowanych produktów. Następował dalszy wzrost produkcji, ale najistotniejszym elementem był wzrost możliwości analitycznych [Mazaraki i Pugachevskyi 2014].

**Epoka towaroznawstwa rynkowego.** Zakres i intensywność procesów z poprzednich epok intensyfikował się, co prowadziło do konieczności otwierania nowych placówek edukacyjnych, skupionych na handlu. Liczba specjalistów z zakresu towaroznawstwa zwiększała się, a zarazem powstawały międzynarodowe organizacje naukowe, zrzeszające owych naukowców. Epoka ta zaczęła się w pierwszej połowie XX wieku, a jedną z organizacji jest *International Society of Commodity Science and Technology* (IGWT), powstała w Wiedniu w 1978 r. [<http://www.igwt.uek.krakow.pl/history.html>].

**Epoka towaroznawstwa w dobie globalizacji.** W dobie globalizacji analiza jakości towarów i uregulowany handel stały się bardziej istotne niż kiedykolwiek wcześniej. Możliwości produkcyjne, spowodowane rozwojem technologii, przyczyniły się do odwrócenia tendencji, gdzie zaczęto się skupiać przede wszystkim na jakości produktu, a nie, jak dotychczas, na dostatecznej podaży [Mazaraki i Pugachevskiy 2014]. Ponadto zaczęto bardziej szczegółowo analizować wpływ poszczególnych procesów wytwórczych na środowisko.

Rozwój sektora produkcyjnego był możliwy jedynie dzięki intensywnemu rozwojowi systemu zapewniania kapitału naturalnego oraz ludzkiego. Dystrybucja pracowników zarówno wysoko, jak i nisko wykwalifikowanych stała się również kluczowa, co wpłynęło na znaczny rozwój transportu i przepływ towarów. Wskutek niekorzystnych bądź wręcz niebezpiecznych wydarzeń w różnych regionach świata, część ludności zaczęła migrować w obawie o swoje życie lub w celu poprawy bytu. Zjawisko to jest zarówno korzystne, jak i stanowi ogromne wyzwanie dla rynków państw, z których nastąpiła migracja, a także tych, które emigrantów przyjmowały [Grosu i Săseanu 2016].

## 2. JAKOŚĆ

Jakość jest zagadnieniem, które pojawia się w każdym aspekcie życia człowieka. Niezależnie od preferencji czy świadomości konsumentów, najistotniejszą kategorią dotyczącą jakości produktów jest ich bezpieczeństwo. Brakuje doniesień, wskazujących na proces oceny jakości przez ludzi pierwotnych, lecz prawdopodobne wydaje się, że najpierw oceniana była atrakcyjność sensoryczna jako pierwsze bodźce odbierane przez człowieka. Do dziś to kryterium zdaje się być jednym z najważniejszych dla konsumentów [Popek i Filip 2005]. Po wstępnej akceptacji bazującej na ocenie wyglądu (w tym barwy, zapachu, konsystencji), żywność musiała być poddawana analizie przede wszystkim oszacowania ryzyka zatrucia. Najprawdopodobniej pierwotnie odbywało się to empirycznie, a dane wynikające z oceny przedstawiane były pozostałym członkom plemion, którzy przekazywali informacje kolejnym pokoleniom. Wraz z rozwojem ludzkości oraz łatwiejszą bądź skuteczniejszą analizą i wymianą informacji dotyczącą żywności, zwiększyło się bezpieczeństwo żywności. Dzięki temu zarówno liczebność, jak i różnorodność pokarmów znacznie wzrosła.

Niezależnie od tego, czy jest to działanie świadome czy podświadome, wyborów dokonuje się przez pryzmat oceny produktów bądź usług. Wraz z koniecznością rozwoju handlu zrodziła się również potrzeba bardziej precyzyjnego określenia wartości użytkowej oraz innych cech produktów. W przypadku braku chociaż zbliżonych kryteriów oceny handel byłby właściwie niemożliwy. Żadna ze

stron nie byłaby w stanie racjonalnie określić wartości towaru i najprawdopodobniej żadna ze stron nie sądziłaby, że warunki wymiany są akceptowalne. Biorąc pod uwagę powyższe, podejmowano próby stopniowej unifikacji pojęcia jakości, co pozwalałoby określić wartość produktu bądź usługi w sposób bardziej uniwersalny (obiektywny), niebudzący wątpliwości. Definiowanie kryteriów i wyróżników jakości jest procesem ciągłym, gdyż szacowanie wartości determinowane jest przez wiele zmiennych, w tym stan środowiska i postrzeganą wartość produktów [Jian i Yazdanifard 2014].

Należy jednak pamiętać, że jakość produktu nie jest tożsama z jego ceną. Jedną z bardziej podstawowych zależności, determinujących wartość produktu, jest relacja popytu i podaży, które podlegają zmianom wywoływanym wieloma czynnikami, w tym modą. Określenie to kojarzone jest przede wszystkim ze sposobem ubierania się, lecz dotyczy także innych branż, np. turystyki [Niezgoda 2012]. Nie każda branża będzie w równym stopniu podatna na nietrwałe tendencje.

## 2.1. Jakość środków spożywczych

Na potrzeby danej publikacji skupiono się na jakości żywności, z uwzględnieniem każdego etapu jej cyklu życia. Żywność definiowana jest jako jakiegokolwiek substancje lub produkty, przetworzone, częściowo przetworzone lub nieprzetworzone, przeznaczone do spożycia przez ludzi lub których spożycia przez ludzi można się spodziewać [Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady z 28 stycznia 2002]. Definicja ta nakłada obowiązek przewidywania zachowania konsumentów i tym samym odpowiednie zabezpieczenie ich przed potencjalnymi zagrożeniami.

Jakość środków spożywczych jest oceniana na podstawie czterech podstawowych kryteriów. Są to: bezpieczeństwo, wartość odżywcza, wartość sensoryczna i dyspozycyjność (rys. 1).

**Bezpieczeństwo żywności** analizowane jest przez pryzmat zagrożeń żywności (fizyczne, chemiczne, mikrobiologiczne oraz informacyjne) i stanowi krytyczny parametr, bez którego, niezależnie od pozostałych kryteriów, żywność nie może być spożyta. Zgodnie z treścią Rozporządzenia 178/2002 [Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady z 28 stycznia 2002] żywność uznana za niebezpieczną (tj. szkodliwą bądź nienadającą się do spożycia przez ludzi) nie może zostać wprowadzona do obrotu. Ponadto, w przypadku produktów niebezpiecznych, które są częścią partii, transzy lub dostawy żywności, należącej do tej samej klasy lub kategorii, należy założyć, że całość żywności w tej partii, transzy lub dostawie jest również niebezpieczna. Jedynie w przypadku szczegółowej oceny, gdzie nie stwierdzono uchybień w pozostałej części partii, transzy lub dostawy, można takie produkty uznać za bezpieczne. Ukazuje to, jak istotne jest bezpieczeństwo i jak rygorystycznie oceniana jest żywność.

**Wartość odżywcza** skupia się na wartości dietetycznej i energetycznej środków spożywczych i razem z bezpieczeństwem określana jest jako jakość zdrowotna żywności [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2010].

Z kolei **wartość sensoryczna** odnosi się do bodźców odbieranych poprzez zmysły człowieka: smak, węch, wzrok, dotyk oraz słuch.

**Dyspozycyjność (dostępność)** stanowi ostatnie kryterium oceny jakości i jest najbardziej zróżnicowane, zawierając m.in. łatwość przygotowania, rozpoznawalność marki i/lub kraju pochodzenia, funkcjonalność opakowania (np. specyficzny kształt opakowania), wielkość jednostkową, trwałość itp.

Po przeanalizowaniu podstawowych kryteriów jakości można stwierdzić, że w ocenie konsumenckiej jakość zdrowotna żywności stanowi część oceny obiektywnej, natomiast wartość sensoryczna i dyspozycyjność są częścią oceny subiektywnej. Wiąże się to z faktem, iż konsumenci mogą mieć różne wymagania i oczekiwania wobec produktów spożywczych. W przypadku handlu ocena musi być jednoznaczna i m.in. z tego względu obserwuje się ciągły rozwój metodyki analitycznej oraz narzędzi do oceny różnych mechanizmów rynkowych.



Rys. 1. Jakość żywności

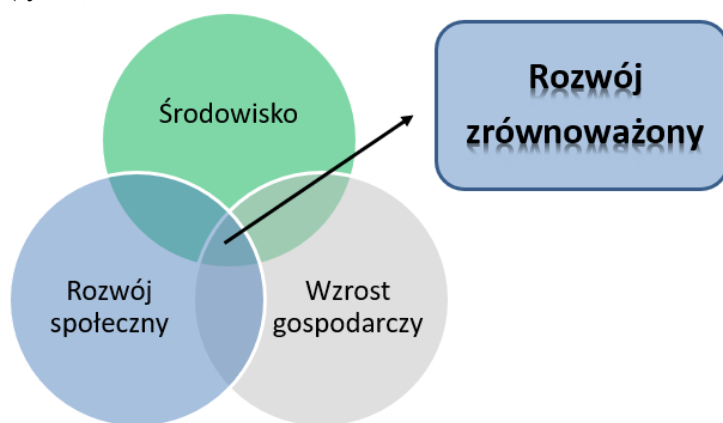
Źródło: opracowanie na podstawie: [Kołożyn-Krajewska i Sikora 2010].

### 3. ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ

Zrównoważony rozwój to hasło, które pojawia się w bardzo wielu sferach życia, a nawet jest wpisane w Konstytucję Rzeczypospolitej Polskiej w artykule 5: „[...] zapewnia ochronę środowiska, kierując się zasadą zrównoważonego rozwoju” [Konstytucja RP 1997]. Ukazuje to ważkość owych działań, które pierwotnie w powszechnym rozumieniu skupiały się jedynie na aspekcie zapewnienia właściwej ochrony środowiska, jednakże z czasem koncepcja ta została rozwinęta, zwracając uwagę na wiele istotnych aspektów [Adamczyk 2012].

Zrównoważony rozwój, jak sama nazwa wskazuje, ma na celu w równym stopniu realizować trzy koncepcje: poszanowania środowiska, postępu społecznego oraz wzrostu gospodarczego (rys. 2).

Najważniejszym założeniem zrównoważonego rozwoju jest tzw. sprawiedliwość międzypokoleniowa, która ma się odznaczać równymi szansami dla każdego kolejnego pokolenia. Wiąże się to z racjonalnym eksploatowaniem źródeł nieodnawialnych i maksymalizacją wykorzystania źródeł odnawialnych. Celem tych działań ma być zapewnienie dostatecznej wartości użytkowej i odtwarzalności surowców przyszłym pokoleniom. Należy jednak procesy te planować z uwzględnieniem dążenia do maksymalizacji wzrostu gospodarczego oraz realizacji rozwoju społecznego (rys. 2).



**Rys. 2.** Składowe rozwoju zrównoważonego

*Źródło: opracowanie własne.*

Idea rozwoju zrównoważonego jest bardzo szeroka i próby spełnienia wszystkich założeń mają wpływ na każdą strefę życia ludzkiego. Złożoność tego zagadnienia wymusza, by podejmowane działania były planowane długoterminowo, a ich efekty były długotrwałe. Wskazuje to na ogromne wyzwania, przed którymi stoją zarówno instytucje i urzędy poszczególnych państw, jak i producenci oraz finalni odbiorcy.

### 3.1. Przyrost populacji ludzkiej i związane z tym wyzwania

W XIX wieku populacja ludzka znacznie przekroczyła miliard, natomiast w latach 30. XX wieku liczba ta wynosiła już 2 miliardy [Fróna, Szenderák i Harangi-Rákos 2019]. W 1970 r. globalna liczba ludności stanowiła około połowę

dzisiejszej populacji, a w samym XX wieku liczebność ludzka wzrosła od 1,65 miliarda do 6 miliardów [Worldometer 2020]. Szacuje się, że do 2050 r. liczba ludzi na świecie będzie zawierać się w przedziale od 9 do 11 miliardów [Röös i in. 2017]. Z tego względu produkcja żywności będzie musiała wzrosnąć o minimum 60%, by zapewnić dostateczną podaż, ale i jakość żywności. Jest to niebywale trudne wyzwanie, gdyż areal uprawny jest ograniczony, a jego zwiększanie odbywa się kosztem środowiska naturalnego (np. wycinanie lasów tropikalnych) [Mensah i Adu 2012].

Zwraca się także uwagę, iż rosnąć będzie przede wszystkim liczba osób zamieszkających w miastach. W stosunku do roku 1970 liczba ta wzrosła z 37 do 56% i tendencja ta ma się utrzymywać przez najbliższe lata [Fróna, Szenderák i Harangi-Rákos 2019; Worldometer 2020]. Zmniejszająca się liczba ludności wiejskiej i tym samym mniej zasobne źródło kapitału ludzkiego w sektorze rolniczym będzie kolejnym utrudnieniem w zwiększaniu produkcji żywności.

### 3.2. Zrównoważona produkcja i konsumpcja

Komisja Europejska zaproponowała w lipcu 2008 r. pakiet działań, dotyczących strategii zrównoważonej produkcji i konsumpcji. Poruszono kwestie zgodne z założeniem „jak uzyskać więcej, zużywając mniej”. Podstawowym założeniem jest analizowanie całego cyklu życia produktów, by na każdym etapie móc minimalizować zużycie surowców, a także, by stosować rozwiązania nieszkodliwe dla środowiska. Promowana powinna być produkcja ekologiczna ze względu na swoją charakterystykę [Komunikat Komisji 2008].

Rozwiązania zaproponowane przez Komisję Europejską zdają się koncentrować na działaniu producentów, gdyż w istocie największym problemem wydaje się być nadmierna konsumpcja. Świadczyłoby to o konieczności intensywnej edukacji konsumentów.

Szacuje się, że do 2050 r. przeciętna dobową podaż energetyczna w krajach wysoko rozwiniętych wyniesie aż 3500 kcal i przekroczy 2500 kcal nawet w najbiedniejszych regionach subsaharyjskich [Alexandratos i Bruinsma 2012].

Nadkonsumpcja stanowi nie tylko problem związany z koniecznością większej produkcji, ale ma także ogromny wpływ na zdrowie populacji, zwiększając przede wszystkim częstotliwość i zaawansowanie przewlekłych chorób niezakaźnych [Fróna, Szenderák i Harangi-Rákos 2019]. Przyczynia się też do zjawiska tzw. ukrytego głodu, który objawia się niedożywieniem 2 miliardów ludzi, przy jednoczesnym 1,9 miliarda ludzi z nadwagą bądź otyłych [McGuire 2015].

## PODSUMOWANIE

Globalna sytuacja jest niezwykle trudna, gdyż z jednej strony konieczne będzie zwiększenie produkcji żywności, z drugiej zaś intensyfikują się problemy środowiskowe. Zaliczyć do nich można m.in. pogłębiający się deficyt wody pitnej, emisję gazów cieplarnianych, ukryty głód (blisko 2 miliardy ludzi ma deficyt mikroelementów, jednocześnie 1,9 miliarda osób ma nadwagę bądź otyłość), zanieczyszczenia atmosfery, które w ośrodkach miejskich wielokrotnie przekraczają dopuszczalne normy i inne [Srinivasan i in. 2012; Fróna, Szenderák i Harangi-Rákos 2019]. Zwiększenie produkcji rolnej może nastąpić głównie poprzez intensywniejsze nawożenie, co może prowadzić do dodatkowego zanieczyszczenia gleb i wód [Fróna, Szenderák i Harangi-Rákos 2019]. Konwencjonalny system rolny nie jest uznawany za odnawialny w dłuższym okresie, dlatego naukowcy skłaniają się ku rolnictwu ekologicznemu i bezorkowemu [Knapp i Van der Heijden 2018]. Problemem jest fakt, iż obecnie ekologiczny system gospodarowania daje plony średnio o 15% niższe, choć przy odpowiednich zabiegach lukę tę można zmniejszyć do zaledwie 3% [Knapp i Van der Heijden 2018; [www.europarl.europa.eu](http://www.europarl.europa.eu)].

Dowodzono, że zmiany klimatyczne przyczyniają się do niższego plonowania kukurydzy i pszenicy o odpowiednio 3,8 i 5,5% i wartości te będą rosły, gdyż zmiany temperatury mają przekroczyć krytyczne fizjologiczne wartości [Lobell, Schlenker i Costa-Roberts 2011]. Konieczne się wydaje w pierwszej kolejności zatrzymanie, a w miarę możliwości stopniowe cofanie niekorzystnych zmian środowiskowych, spowodowanych niewłaściwą gospodarką agrarną. Jest to jedyne działanie, które ma szansę przynieść efekty długoterminowe. Intensyfikacja i tym samym większe nawożenie przyczyni się do krótkotrwałego wzrostu kosztem zubożenia czy wyjąłowania gleb w długim okresie. Niezależnie od sposobu uprawy, konieczne jest podniesienie efektywności nawożenia (wyższe wykorzystanie składników odżywczych), co zmniejszy skalę zanieczyszczania gleb i wód gruntowych.

Po zapewnieniu odtwarzalności w długim okresie, czyli jednego z podstawowych założeń zrównoważonego rozwoju, można będzie skoncentrować wysiłki na zwiększaniu produkcji żywności. Większa ilość towarów będzie także oznaczała istotne zagrożenia związane z jakością, w tym z bezpieczeństwem i autentycznością żywności. Wraz ze wzrostem produkcji konieczne może się okazać opracowanie nowych, skutecznych i szybszych metod analitycznych, które zapewnią wiarygodne wyniki, zabezpieczając interesy konsumentów i producentów. Większa ilość wytworów stanowić będzie wyzwanie w zakresie identyfikowalności (*traceability*). Możliwa będzie konieczność rozbudowania bądź modyfikacji systemów, by pozwoliły skutecznie gromadzić większą ilość danych, jednocześnie nie utrudniając ich monitorowania i analizy. Przy tak dużej ilości danych kolejną trudnością może się okazać kwestia, związana z wymianą niezbędnych informacji, np. w obrębie

systemu RASFF. Przy założeniu, że uda się zapewnić bezpieczeństwo żywności, producenci mogliby skoncentrować swoje wysiłki na podnoszeniu pozostałych kryteriów jakości środków spożywczych oraz ich innowacyjności.

Towaroznawstwo jako nauka koncentrująca się na jakości jest wybitnie potrzebne w dobie nadchodzących zmian. Ze względu na swój interdyscyplinarny charakter pozwoli jednocześnie diagnozować wyzwania, jak i dostarczać niezbędnych rozwiązań, narzędzi lub danych do implementowania konkretnych działań. Prócz oczywistej analizy jakości towarów i zagadnień, wymienionych w tekście, towaroznawstwo skupia się na wielu innych zagadnieniach, np. na analizie trendów produkcyjnych, konsumpcyjnych, preferencji konsumentów, jakości życia itp. By móc podejmować właściwe decyzje, należy dokonywać analiz wieloaspektowych i długoterminowych, a współpraca wymaga zaangażowania zespołów ekspertów z różnych dziedzin. Ogromnym wyzwaniem będzie skoordynowanie wspólnych wysiłków w celu podejmowania optymalnych decyzji i działań, zmagając się jednocześnie z ciągłymi zmianami otoczenia.

W obliczu tak dynamicznie rosnącej populacji ludzkiej świat stoi przed ogromnymi wyzwaniami, które są następstwem konieczności zwiększania produkcji rolnej i przemysłowej. Podejmowane dziś decyzje przyniosą efekty w bliskiej, jak i dalekiej przyszłości, co czyni je niebywale trudnymi. Nauka, w tym towaroznawstwo, dostarcza cennych danych, by działania były jak najlepsze.

Pozostaje jednak pytanie: czy w dotychczasowych rozważaniach wyczerpane zostały wszystkie wątki? Wydaje się, że nie, gdyż przykładowo, obecnie nie można przewidzieć, czy zwiększenie produkcji żywności nie przełoży się jedynie na zwiększenie odsetka marnotrawionej żywności, który obecnie już wynosi ok. 1/3 [EU Group of Chief Scientific Advisors 2020]. To kolejne zagadnienie, na które towaroznawstwo wraz z innymi naukami będzie poszukiwać odpowiedzi.

## BIBLIOGRAFIA

1. Adamczyk W., *Współczesne problemy zrównoważonej produkcji i zrównoważonej konsumpcji*, Zarządzanie i Finanse, 2012, R. 10, 3, cz. 2, s. 177–191.
2. Alexandratos N., Bruinsma J., *World Agriculture Towards 2030/2050: The 2012 Revision*, ESAWorking Paper, FAO, Rzym 2012.
3. Barska A., *Kryteria wyboru produktów żywnościowych przez młodych konsumentów z Polski, Czech i Słowacji*, Zagadnienia Ekonomiki Rolnej, 2013, 4(337), s. 113–121.
4. EU Group of Chief Scientific Advisors, *Towards a Sustainable Food System Scientific Opinion*, 2020, 8, s. 1–62.
5. Fróna D., Szenderák J., Harangi-Rákos M., *The Challenge of Feeding the World, Sustainability*, 2019, 11.



6. Furmanek W., *Najważniejsze idee czwartej rewolucji przemysłowej (industrie 4.0)*, Wydaktyka Informatyki, 2018, 13, s. 55–63.
7. Grosu R.M., Săseanu A.S., *Immigrant Entrepreneurship – A Challenge to Commodity Science in the Age of Globalisation*, [w:] Chochół A., Szakiel J. (eds.), *Commodity Science in Research and Practice – Achievements and Challenges of Commodity Science in the Age of Globalization*, Kraków 2016.
8. Jian L.Z., Yazdanifard R., *The Overall Review of Perceived Quality Determinants: Which Are the Most Significant Indicators?* Global Journal of Human-Social Science: E Economics, 2014, 14(7).
9. Knapp S., Van der Heijden M.G.A., *A Global Meta-Analysis of Yield Stability in Organic and Conservation Agriculture*, Nature Communications, 2018, 9(1), s. 1–9.
10. Kołożyn-Krajewska D., Sikora T., *Zarządzanie bezpieczeństwem żywności – teoria i praktyka*, C.H. Beck, Warszawa 2010.
11. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego oraz Komitetu Regionów dotyczący planu działania na rzecz zrównoważonej konsumpcji i produkcji oraz zrównoważonej polityki przemysłowej, Bruksela 2008.
12. Konstytucja RP, 1997, Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r.
13. Kozłowski S., *Konferencja „Środowisko i rozwój”*, Kosmos, 1993, 42(1), s. 15–32.
14. Lobell D.B., Schlenker W., Costa-Roberts J., *Climate Trends and Global Crop Production since 1980*, Science, 2011, 333.
15. Mazaraki A., Pugachevskiy G., *Commodity Science in the Age of Globalization*, [w:] Chochół A., Szakiel J. (ed.), *Commodity Science in Research and Practice – Achievements and Challenges of Commodity Science in the Age of Globalization*, Kraków 2014.
16. McGuire Sh., *Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress*, American Society for Nutrition, Advances in Nutrition, 2015, 6, s. 623–624.
17. Mensah J.T., Adu G., *Contribution of Agriculture to Deforestation in the Tropics: A Theoretical Investigation*, African Review of Economics and Finance, 2012, 3(2), s. 1–12.
18. Niezgoda A., *Popyt turystyczny – uwarunkowania i perspektywy rozwoju w turystyce*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, Ekonomiczne Problemy Usług, 2012, 697(82), s. 11–25.
19. Nowak P., *Wykorzystanie ceny w ocenie jakości produktów*, Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Humanitas w Sosnowcu, 2008, 2.
20. Popek S., Filip A., *Konsumenckie kryteria oceny żywności ekologicznej*, Zeszyty Naukowe Akademii Ekonomicznej w Krakowie, 2005, 678, s. 71–76.
21. Röös E., Bajželj B., Smith P., Patel M., Little D., Garnett T., *Greedy or Needy? Land Use and Climate Impacts of Food in 2050 under Different Livestock Futures*, Global Environmental Change, 2017, 47, s. 1–12.

22. Rozporządzenie 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności.
23. Ruževičius J., *Commodity Science As a Predecessor of Quality Management Sciences*, Ekonomika, 2011, 89(3), s. 85–104.
24. Srinivasan V., Lambin E.F., Gorelick S.M., Thompson B.H., Rozelle S., *The Nature and Causes of the Global Water Crisis: Syndromes from a Meta-Analysis of Coupled Human-Water Studies*, Water Resources Research, 2012, 48(10).

#### Źródła internetowe

25. <https://konstytucjadlanauki.gov.pl/content/uploads/2018/09/nowy-podzia-dyscyplin-tabela.pdf> (dostęp 09.10.2020).
26. <https://www.europarl.europa.eu/committees/pl/product/product-details/20161027CHE00141%20> (dostęp 13.10.2020).
27. <http://unic.un.org.pl/rio20/folder1.pdf> (dostęp 07.08.2020).
28. <http://www.igwt.uek.krakow.pl/history.html> (dostęp 12.09.2020).
29. Koszewska M., *Istota, cel i zakres towaroznawstwa – towaroznawstwo jako nauka interdyscyplinarna* [w:] *Towaroznawstwo miara jakości*, 2011, [http://www.k48.p.lodz.pl/pliki/K48\\_\(k7j2amzbrbpmkew\).pdf](http://www.k48.p.lodz.pl/pliki/K48_(k7j2amzbrbpmkew).pdf) (dostęp 08.06.2020).
30. *Słownik języka polskiego PWN*, <https://sjp.pwn.pl/> (dostęp 06.07.2020).
31. Worldometer, 2020, <https://www.worldometers.info/world-population/world-population-by-year/> (dostęp 15.09.2020).
32. Zukang Sh., *Dlaczego potrzebujemy konferencji RIO20+?* [w:] *Przyszłość jaką chcemy mieć*, <http://unic.un.org.pl/rio20/folder1.pdf> (dostęp 07.08.2020).

## COMMODITY SCIENCE IN SUSTAINABLE PRODUCTION AND CONSUMPTION

**Abstract:** The rapid dynamics of social and environmental transformations are being observed within XXI century. It forms or enables to recognise new challenges and intensifies those already existing. Considering the above, the role of quality analysis of life status, wares and services should be thoroughly established.

The consumers' needs are constantly growing and so are the possibilities to satisfy them. Those two factors induce specific structure and size of production and consumption, which impacts the state of environment. Commodity science, as studies over quality, strictly relates to presented factors and provides essential data to surpass their current state.

**Keywords:** commodity science, quality, sustainable development, ecology.

# **MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA TEOBROMINY W ROZWOJU PRODUKTÓW ŻYWNOŚCIOWYCH – POSZUKIWANIE EFEKTYWNYCH EKONOMICZNIE SPOSOBÓW ZAGOSPODAROWANIA NADWYŻEK KAKAO**

**Małgorzata MIŚNIAKIEWICZ**

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kolegium Nauk o Zarządzaniu i Jakości,  
Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem, Katedra Jakości Produktów  
Żywnościowych, e-mail: misniakm@uek.krakow.pl

**Streszczenie:** Rozwój i skuteczna komercjalizacja produktów w ramach przyjętej strategii proinnowacyjnej stanowi dla firmy podstawę funkcjonowania i szansę na uzyskanie konkurencyjnej pozycji na rynku.

Doskonalenie metod pozyskiwania i przetwarzania surowców naturalnych, w tym produktów stanowiących odpady w ramach danych procesów, pojawianie się nowych trendów rynkowych i zmienność preferencji konsumenckich, konieczność równoważenia produkcji i produktów, chęć zwiększania efektywności ekonomicznej firm oraz rosnąca świadomość konsumentów w zakresie wpływu substancji czynnych, występujących w żywności, na zdrowie to tylko niektóre z czynników przyczyniających się do rozwoju produktów żywnościowych. Dochodzą do tego nowoczesne metody analityczne, pozwalające na oznaczanie związków czynnych w żywności i nowe możliwości interpretacji uzyskiwanych wyników badań, a także wyniki badań klinicznych, angażujących reprezentatywne populacje konsumentów. Wszystko to sprawia, że możliwości rozwoju produktów stają się niemal nieograniczone.

Jedną z substancji, których dodatek pozwala na rozwój nowości na rynku produktów żywnościowych, jest teobromina. Występuje ona m.in. w kakao, czekoladzie, herbacie, kawie, czy guaranie i posiada szerokie spektrum działania. Przemiany metaboliczne, jakim ulega teobromina w organizmie człowieka, oraz możliwości jej wykorzystania sprawiają, że jest związkiem wysoko pożądanym do suplementacji, choć relatywnie mało poznanym i w niewielkim stopniu wykorzystywanym w przemyśle spożywczym.

W artykule, na podstawie analizy źródeł wtórnych, usystematyzowano doniesienia naukowe na temat teobrominy, przedstawiono źródła jej pozyskiwania i wyniki badań na temat jej wpływu na organizm człowieka. Celem przeprowadzonych analiz było wykazanie możliwości rozwoju produktów żywnościowych na podstawie prozdrowotnych właściwości teobrominy, zwłaszcza pozyskiwanej z kakao. Kakao otrzymywane w dużej ilości w przemyśle cukierniczym podczas produkcji czekolad i wyrobów czekoladowych tylko częściowo zagospodarowywane jest przez producentów w satysfakcjonujący ich ekonomicznie sposób. Wygenerowanie skutecznego sposobu wykorzystania owego nadmiaru kakao w postaci nowych produktów, pozwalających konkurować cenowo z obecną ofertą rynkową, zyskałoby uznanie nie tylko w kraju, ale i za granicą, stanowiąc istotną wartość dodaną dla przemysłu cukierniczego.

**Słowa kluczowe:** rozwój produktu żywnościowego, teobromina, kakao.

## WSTĘP

W wielu krajach prowadzone są poszukiwania efektywnego ekonomicznie sposobu zagospodarowania nadmiaru kakao generowanego w przemyśle cukierniczym. Obecnie z tony miazgi kakaowej uzyskuje się ok. 0,5 tony kuchu kakaowego, który po rozdrobnieniu daje kakao. Jest ono jedynie w części zagospodarowywane w produkcji czekolad i wyrobów cukierniczych lub sprzedawane w postaci produktu spożywczego pod nazwą kakao. Chłonność rynku jest jednak ograniczona, w związku z czym znaczne jego ilości bywają, jako produkt uboczny tego procesu, sprzedawane po relatywnie niskiej cenie, np. jako dodatek do pasz (przykładowo cena tony kuchu kakaowego to ok. 4–5 tys. zł za tonę, a cena surowca jako paszy dla trzody chlewnej to 1–2 tys. zł za tonę). Poszukiwanie satysfakcjonujących sposobów zagospodarowania nadmiaru kakao w postaci nowych produktów, które zagospodarują jego nadmiar, nie wpływając zarazem na wzrost jego ceny, jest sporym wyzwaniem. Jeden ze sposobów rozwiązania tego problemu stanowi wykorzystanie zawartej w nim teobrominy.

Teobromina (3,7-dimetyloksantyna) jest bezbarwnym i bezwonny związkami organicznym, należącym do grupy alkaloidów purynowych. Od kofeiny różni się brakiem jednej grupy metylowej, co sprawia, że jest od niej aż 120 razy mniej aktywna (Smit 2011). Jej podstawowym źródłem są ziarna kakaowca właściwego *Theobroma cacao*. Zawartość teobrominy sięga w nich ok. 1,8% suchej masy. Teobromina występuje również w ostrokrzewie paragwajskim, paulinie guarana, kawie arabskiej, herbacie chińskiej, czy koli zaostrożonej [Burdock, Carabin i Crincoli 2009]. Wykazuje szerokie spektrum działania, a przemiany metaboliczne, jakim ulega w organizmie człowieka, oraz możliwości jej aplikacji sprawiają, że jest związkiem wysoko pożądanym do suplementacji [Martinez-López i in. 2014].

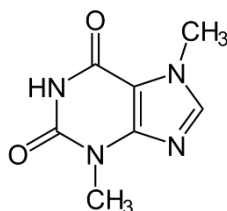
Farmakopea Polska (VI) zalicza teobrominę do wykazu B – substancji silnie działających. Maksymalna doustna dawka jednorazowa wynosi 0,75 g, a maksymalna doustna dawka dobową to 3 g, przy czym należy uwzględnić jej łączne pobranie w ciągu dnia z pożywieniem, napojami, czy suplementami diety [Farmakopea Polska 2002].

W artykule, na podstawie analizy źródeł wtórnych, usystematyzowano doniesienia naukowe na temat teobrominy, przedstawiono źródła jej pozyskiwania i omówiono wpływ teobrominy na organizm człowieka. Celem przeprowadzonych analiz było ukazanie możliwości zastosowania kakao – surowca ubocznego w produkcji czekolady, a zarazem istotnego źródła teobrominy, jako elementu umożliwiającego rozwój nowych produktów.

## 1. BUDOWA TEOBROMINY I JEJ WPŁYW NA ORGANIZM CZŁOWIEKA

Teobromina jest jednym z powszechnie znanych i występujących w wielu produktach spożywczych alkaloidów roślinnych z grupy puryn. Osiąga określone stężenie w organizmie człowieka na drodze metabolizmu kofeiny (jest głównym produktem przemiany kofeiny, stąd produkty bogate w kofeinę są również znaczącym źródłem teobrominy – ok. 10% kofeiny jest przekształcanych właśnie w teobrominę, 80% w paraksantynę, a 4% w teofilinę) lub poprzez spożycie i wchłanianie niektórych pokarmów, zwłaszcza produktów kakaowych [Grembecka i in. 2010; Monteiro i in. 2019]. Jako czysta substancja ma postać białego, drobnokrystalicznego proszku. Jest pozyskiwana głównie z łuski kakaowej, choć może być również syntetyzowana z 3-metylo-kwasu moczowego [The Merck Index 2006]. Charakteryzuje się bardzo słabą rozpuszczalnością w wodzie – 1 g na 2000 ml wody i alkoholu – 1 g na 2220 ml alkoholu 95%. Nieco lepiej rozpuszcza się we wrzącej wodzie – w proporcji 1 g na 150 ml [The Merck Index 2006].

Obecność dwóch podstawników w postaci grup metylowych w pozycjach 3 i 7 (rys. 1) warunkuje właściwości fizykochemiczne oraz mechanizm działania teobrominy [De Sena, de Assis i Branco 2011; Smit 2011].



**Rys. 1.** Budowa cząsteczki teobrominy

*Źródło: The Merck Index 2006.*

Teobromina może aktywnie i wieloaspektowo oddziaływać na organizm człowieka, w tym na układ nerwowy, mięśniowy, kostny, oddechowy i krwionośny. W porównaniu z kofeiną, która działając szybko, wywiera na organizm wyraźne działanie stymulujące, choć efekt jest relatywnie krótki, teobromina działa nieco wolniej i słabiej, jednak długotrwale. Jest bardzo łagodnym stymulantem ośrodkowego układu nerwowego. Poprawia koncentrację, redukuje skutki zmęczenia, delikatnie pobudza [Mumford i in. 1994].

Teobromina stanowi środek moczopędny, zwiotczający mięśnie gładkie, stymulant mięśnia sercowego i środek rozszerzający naczynia krwionośne

[Dorland's Illustrated Medical Dictionary 2007]. Ma właściwości zarówno przeciwutleniające, jak i prooksydacyjne. Synergizm działania teobrominy w tym zakresie przyczynia się do utrzymania stanu równowagi wolnorodnikowej w organizmie [Mumford i in. 1994; Azam, Hadi i Khan 2003].

Teobromina obniża ciśnienie krwi, rozszerza oskrzela (stosowana u astmatyków), chroni przed udarem, cukrzycą, przewlekłymi chorobami płuc. Przyczynia się do zahamowania rozwoju próchnicy i remineralizacji uszkodzonego mechanicznie szkliwa zębów. Mimo że czekoladzie przypisuje się zwiększenie ryzyka rozwoju próchnicy (opinia uzasadniona w stosunku do czekolad o większej zawartości cukru), wykazano, że gorzka czekolada nie tylko nie sprzyja temu schorzeniu, a wręcz dezaktywuje bakterie *Streptococcus mutans*, które wywołują ogniska próchnicy. Teobromina ma zdolność blokowania glukozylotransferazy – enzymu biorącego udział w przenoszeniu cukrów, co skutkuje zahamowaniem kolonizacji bakterii [Srikanth, Shashikiran i Subba Reddy 2008]. Obecnie wiadomo, że stosowanie fluoru i jego związków, dziś powszechne w zapobieganiu próchnicy, obarczone jest pewnym ryzykiem, szczególnie u małych dzieci. Związki fluoru mają bowiem zdolność kumulacji w organizmie, głównie w szyszynce, co może powodować zaburzenia snu, spowodowane zmianą ilości melatoniny wydzielanej z tego gruczołu. Badania porównawcze wpływu teobrominy oraz fluoru na twardość szkliwa zębów dowodzą, że teobromina nie tylko lepiej utwardza szkliwo, ale jej stężenie dla wywołania tego samego efektu terapeutycznego jest nieporównywalnie mniejsze, bez niepożądanych efektów ubocznych [Amaechi, Porteous i Ramalingam 2013; Nakamoto, Falster i Simmons 2016].

Podczas badań wpływu kofeiny spożywanej przez matki karmiące na rozwój zawiązków zębów dzieci przypadkowo wykryto jej szkodliwy wpływ na mineralizację szkliwa zębów dzieci. Równolegle zbadano także wpływ teobrominy. W tym przypadku nie tylko nie występowała demineralizacja, ale wręcz przeciwnie, stwierdzono utwardzanie szkliwa, jego wzmożoną odporność na destrukcyjne działanie kwasów oraz zdolność teobrominy do remineralizacji szkliwa uszkodzonego mechanicznie. Wykazano odbudowę mikroubytków i dowiedziono, że odpowiednia ekspozycja mikrokanałów zębów na teobrominę hamuje nieprzyjemne doznania związane z nadwrażliwością [Martinez-Pinilla, Oñatibia-Astibia i Franco 2015; Nakamoto, Falster i Simmons 2016].

Teobromina działa rozluźniająco na mięśnie gładkie oskrzeli. Wykazuje silne, długo utrzymujące się działanie przeciwkaszlowe. Jest ono porównywalne do działania kodeiny, w odróżnieniu jednak od niej teobromina wykazuje niską toksyczność i brak istotnych skutków ubocznych. Aplikacja teobrominy w preparatach przeciwkaszlowych jest też pożądana ze względu na brak tłumienia procesu oddychania [Smit 2011].

Teobromina działa stymulująco na mięsień sercowy, rozszerza naczynia krwionośne. Pozytywnym aspektem odróżniającym ją od kofeiny jest to, iż nie podnosi ciśnienia krwi i nie wywołuje nieregularnego rytmu serca, a nawet reguluje jego pracę [Mitchell i in. 2011]. Badania w zakresie potwierdzenia możliwości obniżania ciśnienia przez regularne spożywanie teobrominy nie przyniosły jednak na razie jednoznacznej odpowiedzi [Van Den Bogaard i in. 2010].

Teobromina ma także udokumentowane działanie moczopędne. Wywołuje je dawka 300–500 mg teobrominy, odpowiadająca 150–300 filiżankom herbaty, 2–3 filiżankom kakao, 170–340 g czekolady mlecznej lub 60–100 g czekolady gorzkiej [Grembecka i in. 2010]. Wyniki badań naukowych dowodzą, iż teobromina, dzięki mechanizmowi hamowania krystalizacji kwasu moczowego, może być stosowana w profilaktyce i leczeniu kamicy nerkowej. Badania prowadzone na zdrowych ochotnikach wykazały, że 50% podanej teobrominy odzyskuje się z moczem po 8–12 godzinach, a 100% po trzech dniach, co sugeruje, że związek ten jest całkowicie lub prawie całkowicie wchłaniany [Grases, Rodriguez i Costa-Bauza 2014].

Ponadto wykazano, że teobromina zwiększa poziom cholesterolu HDL i zmniejsza stężenie cholesterolu LDL w osoczu, zapewniając ochronę układu sercowo-naczyniowego i zmniejszając ryzyko choroby niedokrwiennej serca [Neufingerl i in. 2013].

Teobromina wywołuje także potencjalny efekt przeciwnowotworowy względem proliferacji złośliwego glejaka wielopostaciowego [Sugimoto i in. 2014].

## 2. ŹRÓDŁA TEOBROMINY

Najistotniejszym źródłem teobrominy jest ziarno kakaowe i produkty wytwarzane z jego udziałem, zwłaszcza czekolada gorzka. Kofeina i teobromina zawarte w kakao, poza udowodnionym potencjałem psychoaktywnym, w całości lub w części odpowiedzialne są za skłonność do jego konsumpcji [Katz, Doughty i Ali 2011]. Jednocześnie według amerykańskiego Narodowego Instytutu do Spraw Nadużywania Leków ani kofeina ani teobromina nie są substancjami uzależniającymi. Nie ma ich także, zgodnie z danymi z 2020 roku, na liście substancji dopingowych, publikowanej przez Światową Agencję Antydopingową [What is Prohibited 2020].

Głównymi źródłami teobrominy są ziarna trzech odmian kakaowca właściwego:

- Criollo – występuje głównie na Karaibach i Ameryce Południowej, uznawane za odmianę szlachetną, wymagającą pod względem warunków uprawy, o doskonałych walorach smakowych;
- Forastero – odmiana dużo mniej wymagająca w uprawie, o nieco gorszych właściwościach smakowych;

- Trinitario – krzyżówka dwóch poprzednich odmian, uprawiana głównie w Trynidadzie [Adabe i Ngo-Samnick 2014; Śmiechowska i Kłobukowski 2019].

Na zawartość teobrominy w kakao wpływa stopień dojrzałości owoców podczas zbioru, lokalizacja plantacji, jakość gleby, na której prowadzona jest uprawa kakaowca, klimat, czas przechowywania ziaren [Oracz, Zyzelewicz i Nebesny 2015]. Najwyższą zawartość oznaczono dla odmiany Forastero (3,9%), najniższą – dla Criollo (1,2%). Podczas procesu przetwarzania ziaren kakaowych, szczególnie w trakcie fermentacji i prażenia, zawartość teobrominy ulega zmianie. Metyloksantyny migrują z ziarna do łuski, powodując spadek zawartości teobrominy w ziarnie kakaowym o ok. 25%. Dodatkowo mikroorganizmy, biorące udział w fermentacji, mogą jeszcze bardziej zmniejszyć zawartość teobrominy [Wang i in. 2008].

Ziarno kakaowe, jak każdy surowiec naturalny, charakteryzuje się dużą zmiennością zawartości substancji czynnych. Największą zawartość teobrominy stwierdzono w ziarnach kakaowca pochodzących z Kamerunu, Nigerii i Ghany. Oprócz kakao istotnymi źródłami teobrominy w diecie człowieka mogą być czekolada, kawa, herbata oraz napoje typu cola.

Jej zawartość w wybranych produktach spożywczych przedstawiono w tabeli 1. Zawartość teobrominy w czekoladzie, zwłaszcza gorzkiej, jest wyższa niż w kawie, herbacie, czy coli (w tabeli 1 ujęto zawartość kofeiny, weryfikowaną z różnych źródeł).

**Tabela 1**

Zawartość teobrominy w wybranych produktach spożywczych

Produkt	Wielkość porcji	Zawartość [mg/porcję]
Czekolada gorzka	50 g	378; (237–519); 221
Czekolada mleczna	50 g	95; (65–160); 94
Kakao	10 g	189 (146–266); 263 (219–284)
Herbata (w torebkach)	230 ml	3,1 (1,4–4,4)
Kawa (zaparzana, filtrowana)	7,6 g/100 ml	0,3
Kawa instant	1,6 g/100 ml	0,2 (0,1–0,5)
Napój typu cola	Puszka 330 ml	Nie wykryto

Źródło: Smit 2011, s. 204.

Ciekawe badania w tym zakresie prowadził Srdjenovic wraz z zespołem (Srdjenovic i in. 2008), zestawiając faktycznie oznaczone zawartości metyloksantyn w wybranych surowcach naturalnych i produktach spożywczych z deklaracjami producentów, zawartymi na ich opakowaniach (tab. 2).



**Tabela 2**

Wyniki oznaczeń metyloksantyn dla poszczególnych surowców naturalnych, napojów oraz produktów żywnościowych

Próbka	Wartości oznaczone			Wartości deklarowane		
	Teobromina	Kofeina	Teofilina	Teobromina	Kofeina	Teofilina
Nestea cytrynowa [mg/l]	< GO	38,8	< GO	ND	ND	ND
Cocta (bez kofeiny) [mg/l]	< GO	0,0	< GO	ND	≤ 150	ND
Coca cola [mg/l]	< GO	106,7	< GO	ND	≤ 150	ND
Coca cola light [mg/l]	< GO	118,0	< GO	ND	≤ 320	ND
Red Bull [mg/l]	< GO	307,9	< GO	ND	≤ 250	ND
Guarana [mg/l]	< GO	237,0	< GO	ND	≤ 320	ND
Booster [mg/l]	< GO	313,2	< GO	ND	≤ 250	ND
Energis [mg/l]	< GO	238,4	< GO	ND	≤ 150	ND
Pepsi [mg/l]	< GO	19,1	< GO	ND	≤ 350	ND
Shark (mg/l)	< GO	348,7	< GO	ND	ND	ND
Choco milk [mg/l]	225,8	< GO	14,8	ND	ND	ND
Indian Tea [mg/100 g]	39,5	1013,0	< GO	ND	ND	ND
Zielona herbata [mg/100 g]	32,0	1263,1	< GO	ND	ND	ND
Yerba mate [mg/100 g]	98,3	1116,7	< GO	ND	ND	ND
Nescaffe [mg/100 g]	< GO	3594,7	< GO	ND	ND	ND
Kakao [mg/100 g]	462,1	48,9	< GO	ND	ND	ND
Czekolada gorzka [mg/100 g]	1004,1	158,0	< GO	ND	ND	ND
Czekolada mleczna [mg/100 g]	100,4	5,6	< GO	ND	ND	ND

ND – nie deklarowano na opakowaniu, < GO – poniżej granicy oznaczalności.

Źródło: Srdjenovic i in. 2008, s. 146.

Analizując skład czekolad, najwyższy poziom teobrominy oznaczono w czekoladzie gorzkiej (500–750 mg/100 g). W proszku kakaowym uzyskano 462,1 mg/100 g teobrominy, a w czekoladzie mlecznej 100,4 mg/100 g [Srdjenovic i in. 2008].

Inne źródła donoszą o zawartości teobrominy w czekoladzie gorzkiej na poziomie  $883,11 \pm 3,54$  mg/100 g oraz w mlecznej  $125,15 \pm 0,98$ /100 g [Cheng, Jalil i Ismail 2009].

### 3. WYKORZYSTANIE TEOBROMINY W TWORZENIU NOWYCH PRODUKTÓW

Istnienie produktów, będących naturalnym źródłem teobrominy, sugeruje, że to ich konsumpcja powinna zapewniać jej odpowiednią podaż w codziennej diecie. Przeszkodą jednak w uzyskaniu konkretnego efektu terapeutycznego czy profilaktycznego, związanego ze spożyciem teobrominy, jest jej niska biodostępność, wynikająca z niskiej rozpuszczalności w wodzie [Smit 2011]. W związku z tym szansą na rozwój produktów spożywczych zawierających teobrominę jest wykorzystanie jej w postaci płynnej. Stworzenie rozpuszczalnej soli i wprowadzenie jej do produktu zwiększyłoby biodostępność tej substancji i dałoby podstawę do obniżenia jej dawki w określonych porcjach. W związku z tym najlepszym rozwiązaniem wydaje się rozwój produktów w postaci płynnej lub mazistej, np. żeli, jogurtów, nadzień cukierniczych, napojów funkcjonalnych, syropów.

Przeprowadzono badania biodostępności teobrominy, w których trakcie podawano ją doustnie zdrowym, nieleczonym oraz niepalącym mężczyznom, którzy przez okres 14 dni wstrzymywali się od przyjmowania wszelkich metyloksantyn. Zarówno szybkość, jak i stopień wchłaniania teobrominy w czekoladzie były mniejsze niż teobrominy w roztworze. Względna biodostępność teobrominy w czekoladzie wynosiła 80%, co sugeruje interakcję żywności ze składnikami czekolady [Shively i in. 1985].

W innym eksperymencie badano absorpcję teobrominy z różnych form jej podania. Badano osoby zdrowe, niepalące, w wieku 28–46 lat. Każdej z nich podawano cukierki czekoladowe (o zawartości teobrominy 370 mg) oraz po 72 godzinach kapsułki z teobrominą o zawartości 370 mg. Kapsułki miały postać twardą, żelatynową, z bezwodną laktozą jako wypełniaczem, natomiast substancja czynna była w postaci bezwodnej. Stężenia teobrominy w osoczu osiągnęły wartość szczytową około 3 godziny po podaniu kapsułki. Następnie poddano analizie osocze krwi każdej z osób na zawartość teobrominy 0,25, 0,50, 0,75, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0 i 4,0 godziny po podaniu próbek. Szczytowe stężenie teobrominy ( $C_{\max}$ ) w osoczu na poziomie 6,72 mg/ml zmierzono 3 godziny po spożyciu kapsułki zawierającej 370 mg teobrominy. Absorpcja teobrominy z czekolady była szybsza i osiągnęła wyższą wartość w porównaniu z wchłanianiem po podaniu kapsułki teobrominowej. Wchłanianie teobrominy z czekolady wytworzyło wyższe maksymalne stężenie teobrominy w osoczu już po 2 godzinach od podania ( $C_{\max}$  8,05 mg/ml).

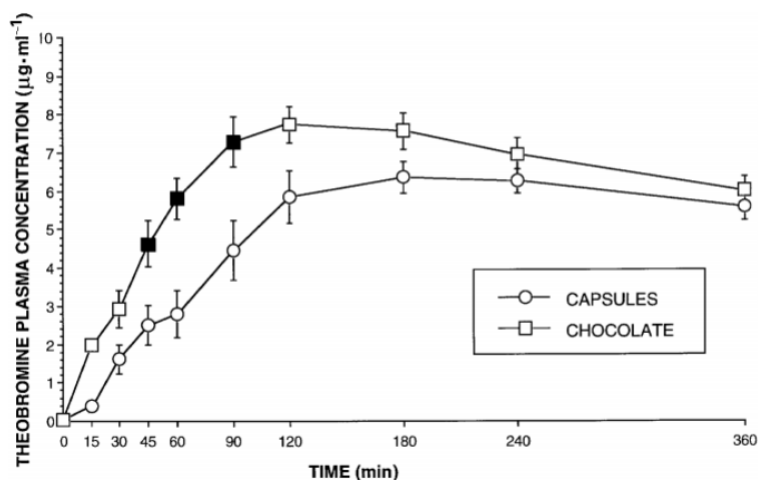
W tabeli 3 przedstawiono wyniki analiz i indywidualne dane, dotyczące teobrominy. Wartości  $C_{\max}$  po podaniu czekolady były istotnie większe w porównaniu z wartościami  $C_{\max}$  kapsułek teobrominowych. W przypadku  $T_{\max}$  obserwacje były analogiczne.

**Tabela 3**

Zestawienie wyników eksperymentu

	$C_{\max}(\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1})$	Przedział ufności	$T_{\max}$ (min)	Zakres
<b>KOFEINA</b>				
Kapsułki próba 1	1,93	1,10–2,76	30	30–90
Kapsułki próba 2	2,05	1,11–2,98	30	30–60
Cola	1,57	0,74–2,40	120	60–120
Czekolada	1,50	0,81–2,19	120	60–180
<b>TEOBROMINA</b>				
Kapsułki	6,72	4,76–8,68	150	120–360
Czekolada	8,05	5,64–10,45	120	90–180

Źródło: Mumford i in. 1994, s. 325.

**Rys. 2.** Zmiana stężenia teobrominy w osoczu w czasie w zależności od formy podania

Źródło: Mumford i in. 1994, s. 325.

Rysunek 2 obrazuje zmianę zawartości teobrominy w próbkach osocza po podaniu teobrominy w postaci czekolady oraz kapsułek. Obserwuje się, że stężenie teobrominy podanej z kapsułek rośnie powoli i osiąga najwyższą wartość

w 3 godziny po podaniu, stężenie teobrominy podanej w postaci czekolady rośnie szybciej i osiąga wyższą zawartość w osoczu już po 2 godzinach od podania. Jako wyjaśnienie tego zjawiska podawano zwiększone wydzielanie żółci przy spożyciu teobrominy z czekolady [Mumford i in. 1994]. Zwiększenie absorpcji teobrominy w postaci mazistej może być wskazówką do projektowania nowych produktów.

Szansą na rozwój nowości może być tworzenie suplementów diety z udziałem teobrominy. Preparaty obecnie istniejące na rynku zawierają niewielkie jej ilości. W Polsce ich kontrola, znakowanie, informacje o bezpieczeństwie stosowania występują w ograniczonym zakresie. Ryzyko zmiany właściwości preparatu w trakcie okresu przechowywania jest bardzo duże i związane z brakiem wymogów odnośnie do badań, a w szczególności stabilności tych preparatów [Siwek, Witkowska-Banaszak i Szymański 2013].

Mimo że rynek suplementów diety jest bardzo nasycony, to brakuje na nim preparatów o udokumentowanej skuteczności oraz bezpieczeństwie stosowania, których coraz częściej oczekują świadomi konsumenci. Badania stabilności w przypadku tej kategorii produktów są rzadkością, dlatego deklaracja składników na opakowaniu może się okazać dla pacjenta nierzetelną informacją. W większości suplementów diety z teobrominą jej dawki są niewielkie, co nie wywoła efektu terapeutycznego czy profilaktycznego. Z punktu widzenia konsumenta/pacjenta idealną sytuacją byłoby zapewnienie takiego stężenia substancji czynnej w preparacie, które ma udokumentowane działanie terapeutyczne bądź profilaktyczne. Teobromina nie ma zgłoszenia w zakresie oświadczeń zdrowotnych, co stwarza możliwość dla rozwoju i stworzenia preparatu o deklaracjach zdrowotnych w niestosowanym dotąd zakresie. Rozwiązaniem wydaje się być opracowanie receptury suplementu diety w postaci napoju typu *shot drink* o bezpiecznej dla konsumenta, odpowiednio dużej zawartości teobrominy, co pozwoli uzyskać efekt terapeutyczny, a zarazem o stabilnym, udokumentowanym składzie, potwierdzonym deklaracją zdrowotną.

Istnieje także możliwość opracowania produktów, przyczyniających się do poprawy samopoczucia i wzmagających koncentrację, wolnych jednak od negatywnych skutków, charakterystycznych dla spożywania większej ilości kofeiny zawartej w kawie. Teobromina jest bardzo cennym związkiem dla sportowców – pobudza czynność pracy serca i rozszerza naczynia krwionośne, dzięki czemu zwiększa stopień dotlenienia organizmu. Wzrost ilości dostępnego tlenu sprawia, że trenujący są w stanie dłużej wykonywać ćwiczenia, bo wolniej się męczą.

Wydaje się, że w związku z pojawiającymi się coraz częściej doniesieniami o szkodliwości związków fluoru dla małych dzieci wprowadzenie pasty do zębów dla dzieci z teobrominą spotkałoby się z bardzo pozytywnym odbiorem konsumentów. Pozytywne działanie na szkliwo zębów, profilaktyka próchnicy – dane poparte badaniami naukowymi nie pozostawiają co do tego wątpliwości. Na rynku

istnieją pasty z dodatkiem teobrominy, jednak nie ma takiej przeznaczonej dla najmłodszych odbiorców.

Alternatywą byłoby też tworzenie produktów dla seniorów. Osoby starsze tworzą grupę konsumentów o specjalnych wymagach żywieniowych. Przewiduje się, że produkty zaspokajające potrzeby tzw. *silver generation* będą w najbliższych latach prężnie się rozwijać. Właściwości prozdrowotne kakao i korzyści, jakie niesie jego codzienne spożycie, w tym obecność teobrominy o udokumentowanym działaniu prozdrowotnym, stawiają je w kręgu zainteresowań tej grupy. Bardzo ważnym czynnikiem jest działanie hipotensyjne, będące istotne dla osób starszych, mających często problemy ze stabilnymi wynikami ciśnienia tętniczego krwi.

Kakao można także rozpatrywać jako zamiennik kawy czy herbaty. Już 7–10 g sproszkowanego, ciemnego kakao dostarczy teobrominę w ilości wystarczającej dla odczucia poprawy koncentracji umysłowej i nastroju. Napoje z kakao, stanowiące źródło teobrominy, nie powinny być jednak tworzone na bazie mleka ze względu na efekt sieciowania krzyżowego polifenoli zawartych w kakao z białkami mleka.

Szansą jest także tworzenie nowych wariantów poszczególnych produktów w ramach żywności funkcjonalnej poprzez wzbogacenie ich czystą teobrominą izolowaną z kakao.

## PODSUMOWANIE

Teobromina jest relatywnie mało poznaną substancją czynną. Z powodu przekonania, że nie stymuluje ośrodkowego układu nerwowego, niewiele jest wyników badań dotyczących teobrominy w porównaniu z kofeiną, czy innymi składnikami czynnymi kakao lub czekolady. Kolejne odkrycia naukowe spowodowały jednak wzmożone zainteresowanie teobrominą jako substancją aktywną. Jej upłynnienie i wprowadzenie do produktów żywnościowych stwarza realną szansę na rozwój nowych produktów w ramach żywności funkcjonalnej.

Głównym źródłem teobrominy jest kakao, które w przemyśle cukierniczym, przy produkcji czekolady po wytlóczeniu z ziaren kakaowca masła kakaowego, występuje w dużej ilości i stwarza trudności z zagospodarowaniem. Przez wiele firm bywa traktowane jako produkt, który nie jest wystarczająco efektywnie ekonomicznie zagospodarowywany, bo popyt na kakao jest ograniczony. Identyfikacja metabolitów, powstających po spożyciu kakao, jest pierwszym krokiem do zrozumienia działania jego składników, w tym teobrominy, oraz opracowania skutecznych sposobów jego zagospodarowania.

W wyniku przeprowadzonych analiz dostępnych wyników badań stwierdzono, że teobromina jest substancją o dużym potencjale i wciąż nie do końca poznanym działaniu. Jej zastosowanie stwarza przestrzeń do rozwoju nowych produktów dla

szerokiego grona odbiorców, w tym dla osób przeciętnie aktywnych fizycznie, sportowców, dzieci, seniorów, czy osób o obniżonym nastroju (szansa na rozwój żywności poprawiającej nastrój *mood food*). Konieczne jest przy tym monitorowanie stopnia jej wchłaniania w organizmie człowieka i stabilności w produkcji.

Pozwoli to na opracowanie skutecznych sposobów zagospodarowania nadwyżek kakao, a nowo projektowane produkty mają szansę przyczynić się do dywersyfikacji portfolio obecnych przedsiębiorstw przemysłu cukierniczego, zwiększając tym samym ich pozycję rynkową.

## BIBLIOGRAFIA

1. Adabe K.E., Ngo-Samnick L., *Cocoa: Production and Processing*, CTA ISF Pro-Agro Series, 2014.
2. Amaechi B.T., Porteous N., Ramalingam K., *Remineralization of Artificial Enamel Lesions by Theobromine*, Caries Research, 2013, 47, s. 399–405.
3. Azam S., Hadi N., Khan N.U., *Antioxidant and Prooxidant Properties of Caffeine, Theobromine and Xanthine*, Medical Science Monitor, 2003, 9, s. 325–330.
4. Burdock G.A., Carabin I.G., Crincoli C.M., *Safety Assessment of Kola Nut Extract as a Food Ingredient*, Food and Chemical Toxicology, 2009, 17(8), s. 1725–1732.
5. Cheng C.M., Jalil A.M.M., Ismail A., *Phenolic and Theobromine Contents of Commercial Dark, Milk and White Chocolates on the Malaysian Market*, Molecules, 2009, 14(1), s. 200–209.
6. De Sena A.R., de Assis S.A., Branco A., *Analysis of Theobromine and Related Compounds by Reversed Phase High-Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detection: An Update (1992–2011)*, Food Technology and Biotechnology, 2011, 49(4), s. 413–423.
7. *Dorland's Illustrated Medical Dictionary*, Saunders Elsevier, Philadelphia 2007.
8. *Farmakopea Polska* (VI), Polskie Towarzystwo Farmaceutyczne, Warszawa 2002.
9. Grases F., Rodriguez A., Costa-Bauza A., *Theobromine Inhibits Uric Acid Crystallization. A Potential Application in the Treatment of Uric Acid Nephrolithiasis*, PLoS ONE, 2014, 9(10), s. 111–184.
10. Grembecka M., Szpryngier M., Zabielska B., Szefer P., *Dobór warunków chromatograficznych rozdzielania i oznaczania teobrominy w suplementach diety*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2010, 43(3), s. 309–313.
11. Katz D.L., Dougherty K., Ali A., *Cocoa and Chocolate in Human Health and Disease, Antioxidants & Redox Signaling*, 2011, 15(10), s. 2779–2811.

12. Martinez-López S., Sarriá B., Gómez Juaristi M., Goya L., Mateos R., Bravo L., *Theobromine, Caffeine, and Theophylline Metabolites in Human Plasma and Urine after Consumption of Soluble Cocoa Products with Different Methylxanthine Contents*, Food Research International, 2014, 63, s. 446–455.
13. Martínez-Pinilla E., Oñatibia-Astibia A., Franco R., *The Relevance of Theobromine for the Beneficial Effects of Cocoa Consumption*, Frontiers in Pharmacology, 2015, 6.
14. Mitchell E.S., Slettenaar M., Meer N., Transler C., Jans L., Quadt F., Berry M., *Differential Contributions of Theobromine and Caffeine on Mood, Psychomotor Performance and Blood Pressure*, Physiology & Behaviour, 2011, 104, s. 816–822.
15. Monteiro J., Alves M.G., Oliveira P.F., Silva B.M., *Pharmacological Potential of Methylxanthines: Retrospective Analysis and Future Expectations*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2019, 59(16), s. 2597–2625.
16. Mumford G.K., Evans S.M., Kaminski B.J., Preston K.L., Sannerud C.A., Silverman K., Griffiths R.R., *Discriminative Stimulus and Subjective Effects of Theobromine and Caffeine in Humans*, Psychopharmacology, 1994, 115(1–2), s. 1–8.
17. Nakamoto T., Falster A.U., Simmons W.B., *Theobromine: A Safe and Effective Alternative for Fluoride in Dentifrices*, Journal of Caffeine Research, 2016, 6(1), s. 1–9.
18. Neufingerl N., Zebregs Y.E., Schuring E.A., Trautwein E.A., *Effect of Cocoa and Theobromine Consumption on Serum HDL-Cholesterol Concentrations: A Randomized Controlled Trial*, American Journal of Clinical Nutrition, 2013, 97, s. 1201–1209.
19. Oracz J., Zyzelewicz D., Nebesny E., *The Content of Polyphenolic Compounds in Cocoa Beans (Theobroma cacao L.), Depending on Variety, Growing Region, and Processing Operations: A Review*, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2015, 55(9), s. 1176–1192.
20. Shively C.A., Tarka S.M., Arnaud M.J., Dvorchik B.H., Passananti T., Vesell E.S., *High Level of Methylxanthines in Chocolate Do not Alter Theobromine Disposition*, Clinical Pharmacology and Therapeutics, 1985, 37(4), s. 415–424.
21. Siwek R., Witkowska-Banaszak E., Szymański M., *Kofeina w lekach i suplementach diety – znaczenie w leczeniu*, Farmacja Polska, 2013, 69(7), s. 541–549.
22. Smit H. J., *Theobromine and the Pharmacology of Cocoa*, Handbook of Experimental Pharmacology, 2011, 200, s. 201–234.
23. Srdjenovic B., Djordjevic-Milic V., Grujic N., Injac R., Lepojevic Z., *Simultaneous HPLC Determination of Caffeine, Theobromine, and Theophylline in Food, Drinks, and Herbal Products*, Journal of Chromatographic Science, 2008, 46(2), s. 144–149.
24. Srikanth R.K., Shashikiran N.D., Subba Reddy V.V., *Chocolate Mouth Rinse: Effect on Plaque Accumulation and Mutans Streptococci Counts when Used by Children*, Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry, 2008, 26, s. 67–70.

25. Sugimoto N., Miwa S., Hitomi Y., Nakamura H., Tsuchiya H., Yachie A., *Theobromine, the Primary Methylxanthine Found in Theobroma Cacao, Prevents Malignant Glioblastoma Proliferation by Egatively Regulating phosphodiesterase-4, Extracellular Signal-Regulated Kinase, Akt/mammalian Target of Rapamycin Kinase, and Nuclear Factor-kappa B*, *Nutrition and Cancer*, 2014, 66(3), s. 419–423.
26. Śmiechowska M., Kłobukowski F., *Determination of Factors in Uencing the Supply of Cocoa Beans*, *Intercathedra*, 2019, 3(40), s. 297–306.
27. The Merck Index, 2006, O'Neil M.J., Heckelman P.E., Koch C.B., Roman K.J. (eds.), *An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*, Merck, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New York 2006.
28. Van Den Bogaard B., Draijer R., Westerhof B.E., Van Den Meiracker A.H., Van Montfrans G.A., Van Den Born B.J.H., *Effects on Peripheral and Central Blood Pressure of Cocoa with Natural or High-Dose Theobromine: A Randomized, Double-Blind Crossover Trial*, *Hypertension*, 2010, 56(5), s. 839–846.
29. Wang X., Wan X., Hu S., Caiyuan P., *Study on the Increase Mechanism of the Caffeine Content during the Fermentation of Tea with Microorganisms*, *Food Chemistry*, 2008, 107, s. 1086–1091.

Źródła internetowe

30. *What is Prohibited*, 2020, *List of Prohibited Substances and Methods*, <https://www.wada-ama.org/en/content/what-is-prohibited> (dostęp 12.09.2020).

## POSSIBILITIES OF THEOBROMINE APPLICATION IN FOOD PRODUCT DEVELOPMENT – SEARCHING FOR ECONOMICALLY EFFECTIVE WAYS OF USING THE CACAO SURPLUSES

**Abstract:** New product development and its effective commercialisation as a part of pro-innovation strategy is the basis for the company's operation and an opportunity to gain a competitive position on the market.

Improving the methods of natural substances obtaining and processing, including waste products as a part of given processes application, the emergence of new market trends and volatility of onsumer preferences, the need to balance production and products, the desire to incze the economics efficiency of companies, and the growing awareness of consumers on the health effects of active substances in food are just some of the factors contributing to the development of food products. In addition, there are modern analytical methods that allow the determination of active compounds in food and new possibilities of interpreting the obtained test results, as well as the results of clinical trials involving representative consumer populations. All this makes the product development possibilities almost unlimited.

One of the substances that application allows for developing new products on the food market is theobromine. It occurs i.e. in cocoa, chocolate, tea, coffee, guarana or cola nuts and has



a wide spectrum of activity. The metabolic changes that theobromine undergoing in the human body and the possibility of its application make it a compound highly desirable for supplementation – e.g., similarly to caffeine, it has psychoanaleptic properties with no unwanted properties characteristic of caffeine.

Based on the analysis of secondary sources, the article systematises scientific reports on theobromine, presents the sources of its acquisition and the results of research on its impact on the human body. The aim of the analyses was to demonstrate the possibility of developing food products based on the health-promoting properties of theobromine, achieved especially from cocoa.

Cocoa obtained in large amounts in the confectionary industry in the production of chocolates and chocolate products is only partially managed by producers in a satisfactory economically way. Generating an effective way of using this surpluses of cocoa in the form of new products allowing to compete in terms of price with the current market offer would gain recognition not only in the country but also abroad, constituting a significant added value for the confectionery industry.

**Keywords:** food product development, theobromine, cacao.



# WPŁYW STOPNIA ROZDROBNIENIA NASION KOLENDRY (*CORIANDRUM SATIVUM*) NA ICH WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNE W KONTEKŚCIE BADANIA STABILNOŚCI PRZECHOWALNICZEJ ORAZ PODATNOŚCI NA MODELOWANIE BADANEGO ZJAWISKA

**Aneta OCIECZEK, Anna FLIS**

Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa,  
Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, e-mail: a.ocieczek@wpit.umg.edu.pl,  
e-mail: a.flis@wpit.umg.edu.pl

**Streszczenie:** Handel międzynarodowy stanowi jeden z najważniejszych czynników determinujących rozwój gospodarczy państw i ich stosunki międzynarodowe. Wśród towarów będących przedmiotem handlu zagranicznego na uwagę zasługują przyprawy. Wartość handlu przyprawami w 2018 roku na świecie sięgała 2,69 miliardów USD. Trudno wyobrazić sobie przygotowywanie potraw bez dostępu do wielu popularnych przypraw, które ze względu na specyficzne wymagania, dotyczące warunków klimatycznych wzrostu, są uprawiane jedynie w określonych miejscach na świecie. Wśród tej grupy produktów należy wyróżnić kolendrę, która ze względu na swój orientalny smak i zapach jest dodawana do wielu potraw wywodzących się z kuchni Bliskiego Wschodu.

Celem niniejszej pracy była ocena właściwości sorpcyjnych nasion kolendry, zróżnicowanych pod względem stopnia rozdrobnienia, który traktowany był jako czynnik kształtujący wrażliwość na oddziaływanie pary wodnej, znajdującej się w otoczeniu. Badanie obejmowało wyznaczenie izoterm sorpcji w temperaturze 20°C metodą statyczno-eksykatorową oraz określenie parametrów procesu sorpcji z wykorzystaniem teoretycznego modelu sorpcji. Wykazano, że rozdrobnienie nasion kolendry powodowało zmianę ich higroskopijności.

**Słowa kluczowe:** izoterma sorpcji, aktywność wody, nasiona kolendry, stopień rozdrobnienia, model BET, powierzchnia właściwa sorpcji.

## WSTĘP

W dobie wszechobecnej globalizacji rynków i rosnącego tempa życia niezwykle istotne jest skuteczne zarządzanie jakością produktu na wszystkich etapach cyklu jego życia, ale także zarządzanie funkcjonowaniem organizacji czy państwa. Jak podaje Sudoł, podstawowym celem zarządzania jest „poznanie czynników wpływających korzystnie lub niekorzystnie obecnie i w przyszłości na przebieg

i efektywność działalności organizacji, ustalanie prawidłowości w ich funkcjonowaniu i rozwoju oraz dostarczenie menedżerom propozycji racjonalnych rozwiązań w tym zakresie, prowadzące do doskonalenia praktyki zarządzania” [Sudoł 2018].

Wśród wielu zagadnień podejmowanych w literaturze przedmiotu istotne znaczenie ma zarządzanie jakością towarów, a w tym doskonalenie technik i metod ich produkcji, przechowywania, czy transportu.

Historia handlu międzynarodowego sięga odległych czasów. Stanowi on jeden z najważniejszych czynników determinujących rozwój gospodarczy państw i ich stosunki międzynarodowe. Wartość światowych obrotów handlowych wzrasta znacznie szybciej niż światowy produkt krajowy brutto. W konsekwencji systematycznie zwiększa się udział handlu zagranicznego w tworzeniu dochodu narodowego [Soczewka i Ginter 2013].

Wśród towarów, będących przedmiotem handlu zagranicznego znajdują się przyprawy. Wartość handlu przyprawami w 2018 roku na świecie sięgała 2,69 miliardów USD, a w Polsce wynosiła 40,7 miliona USD [OEC 2020]. W zasadzie trudno wyobrazić sobie przygotowywanie potraw bez dostępu do wielu popularnych przypraw, które ze względu na wymagania klimatyczne są uprawiane jedynie w określonych miejscach na świecie. Zdecydowanie do tej grupy można zaliczyć kolendrę, której głównymi eksporterami na świecie są Indie (\$52,3M), Rosja (\$20,7M), Włochy (\$14,8M) i Syria (\$12,7M). W 2018 roku Polska importowała 1,33% światowej produkcji kolendry o wartości 2,17 miliona USD [OEC 2020].

Kolendra (*Coriandrum sativum*) jest rośliną z rodziny baldaszkowatych, pochodzącą z krajów Bliskiego Wschodu i Morza Śródziemnego. Obecnie jest uprawiana m.in. w Chinach, Indiach, Pakistanie, Gruzji, Rosji, Argentynie, Europie Środkowej, Maroku, Etiopii i Syrii [Anwar i in. 2011]. Kolendrę uprawia się ze względu na jej zielone części, mające w czasie wegetacji intensywny aromat oraz owoce (nasiona), z których otrzymuje się olejek eteryczny. O wydajności tego olejku decyduje czas zbioru owoców. Powinien on odbywać się po osiągnięciu przez nie dojrzałości, o czym świadczy zmiana ich zabarwienia na kolor rdzawoczerwony. Kolendra jest zaliczana do tzw. roślin miododajnych [Mengesha i Alemaw 2010]. Nasiona kolendry są źródłem witamin C, A i B<sub>2</sub>, oleju, w tym kwasów tłuszczowych (głównie kwasu petroselinowego) oraz flawonoidów, w tym rutozydu. Składniki aktywne, zawarte w owocach kolendry, ułatwiają trawienie i działają spazmolytycznie, jednocześnie obniżając poziom cukru we krwi i działając przeciwutleniająco [Kozłowska i Ziarno 2012].

Celem niniejszej pracy była ocena właściwości sorpcyjnych nasion kolendry, zróżnicowanej pod względem stopnia rozdrobnienia, postrzeganego jako czynnik decydujący o jej wrażliwości na oddziaływanie pary wodnej.

Tak sformułowany cel koresponduje z przesłankami zakładającymi istnienie znaczącego związku pomiędzy fizycznymi właściwościami badanego produktu a jego stabilnością przechowalniczą jako ważkim czynnikiem służącym optymalizacji jakości oraz podatnością na matematyczne modelowanie badanego zjawiska.

## 1. MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły próbki nasion kolendry pochodzącej z Indii, zapakowane w szczelnie zamknięte opakowania jednostkowe po 15 g w każdym. Badane próbki zakupiono w jednym z marketów na terenie Gdyni. Ocenie poddano całe nasiona oraz nasiona po procesie rozdrabniania. Materiał badawczy rozdrabniano za pomocą młynka laboratoryjnego typu WŻ-1 przez 3 sekundy.

Oznaczanie zawartości wody w badanych produktach wykonano metodą suszenia termicznego do stałej masy w temperaturze 373-378 K (100-105°C) pod normalnym ciśnieniem [Krełowska-Kułas 1993].

Aktywność wody wyznaczono w aparacie AquaLab 4TE (wersja AS4 2,14.0 2017 firmy Decagon Devices, Inc.) o dokładności  $\pm 0,0003$  w temperaturze 293 K (20°C)  $\pm 2,5$  K.

Izotermy sorpcji wyznaczono metodą statyczno-eksykatorową z wykorzystaniem nasyconych roztworów odpowiednich substancji. Zakres badań obejmował aktywność wody środowiska od 0,03 do 0,98, a temperatura badania wynosiła 293,15 K (20°C). Próbki nasion kolendry, przeznaczone do wyznaczenia izoterm sorpcji, umieszczono w ilości około 1 g  $\pm 0,01$  mg w naczynkach wagowych o średnicy blisko 40 mm w odpowiednich ekzykatorach, do ustalenia stanu równowagi układu. Próbki, inkubowane w ekzykatorach o aktywności wody większej niż 0,7, były chronione przed rozwojem mikroflory tymolem.

Na podstawie znajomości początkowej zawartości wody w produkcie oraz jej zmiany związanej z oddawaniem lub pochłanianiem wody ze środowiska, w czasie niezbędnym do osiągnięcia stanu równowagi dynamicznej, oszacowano równowagową zawartość wody. Równolegle dokonano pomiaru aktywności wody. Na podstawie tych danych wykreślono izotermy sorpcji. Ocenę zróżnicowania przebiegu izoterm sorpcji w całym zakresie aktywności wody analizowano statystycznie, stosując test t-Studenta różnic między średnimi dla par wiązanych, uznając za statystycznie istotne różnice na poziomie istotności  $p \leq 0,05$ .

W celu określenia i porównania różnic we właściwościach sorpcyjnych badanych próbek nasion kolendry dokonano identyfikacji parametrów równania BET w postaci:

$$V = \frac{V_m C a_w}{(1 - a_w)[1 + (C - 1)a_w]}$$

gdzie:

$a_w$  – aktywność wody [-],

$V$  – równowagowa zawartość wody [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.],

$V_m$  – zawartość wody w monowarstwie [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.],

$C$  – stała energetyczna [Ościk 1973; Paderewski 1999].

Parametry dla wybranego modelu sorpcji wody zostały wyznaczone przy zastosowaniu arkusza kalkulacyjnego Microsoft Office Excel 365. Wybór klasycznego modelu BET uwarunkowany był tym, że pomimo swych ograniczeń model ten nadal stosowany jest do obliczania wartości monowarstwy w różnych obszarach badań fizykochemicznych, dzięki czemu uzyskane rezultaty mogą być porównywane [Ociecek i Mesinger 2020]. Ponadto znajduje on aprobatę Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) [Timmermann 2003].

W celu określenia przydatności modelu do opisu uzyskanych izoterm adsorpcji przeprowadzono analizę średniego błędu kwadratowego (RMS), wyrażonego w %, który obliczono na podstawie równania:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum \left( \frac{z_{we} - z_{wp}}{z_{we}} \right)^2}{N}} * 100,$$

gdzie:

$z_{we}$  – empiryczna, równowagowa zawartość wody [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.],

$z_{wp}$  – prognozowana, równowagowa zawartość wody [g H<sub>2</sub>O/100 g s.s.],

$N$  – liczba punktów pomiarowych [Lewicki 1998].

Ponadto, znając powierzchnię siadania wody, czyli powierzchnię zajmowaną przez molekułę wody w temperaturze niższej od temperatury wrzenia wody, obliczono powierzchnię właściwą adsorbentu z równania:

$$a_{sp} = \omega \frac{V_m}{M} N,$$

gdzie:

$a_{sp}$  – powierzchnia właściwa sorpcji [m<sup>2</sup>/g],

$N$  – liczba Avogadra [6,023·10<sup>23</sup> cząsteczek/mol],

$M$  – masa cząsteczkowa wody [18 g/mol],

$\omega$  – powierzchnia siadania wody [1,05·10<sup>-19</sup> m<sup>2</sup>/cząsteczkę] [Paderewski 1999].

## 2. OMÓWIENIE WYNIKÓW

Woda jest jednym z głównych składników żywności. Decyduje o wyglądzie oraz smaku produktów spożywczych, odgrywając kluczową rolę w kształtowaniu właściwości fizycznych, chemicznych oraz biochemicznych żywności. Jednocześnie wpływa także na stabilność mikrobiologiczną żywności oraz jej podatność na degradację, uwarunkowaną czynnikami fizycznymi (np. dyfuzją), chemicznymi (np. hydrolizą), czy biochemicznymi (np. hydrolizą enzymatyczną) [Pałacha 2008]. Wiele sposobów konserwowania żywności polega na zmniejszeniu ilości wody w produkcie, przy jednoczesnym obniżeniu jej aktywności [Sikorski 2007].

Początkowa zawartość i aktywność wody w produkcie w relacji do wartości tych parametrów w otoczeniu, w którym produkt się znajduje, warunkuje zarówno kierunek, jak i dynamikę sorpcji wody. Mimo niskiej zawartości wody w badanych nasionach kolendry ( $z_w = 10,7\% \pm 0,0045$ ), charakteryzowały się one wysokim poziomem jej aktywności ( $a_w = 0,7110 \pm 0,0067$ ), co wskazywało na stosunkowo słaby stopień związania wody z suchą matrycą nasion. Można założyć, że relacja ta była uwarunkowana małą liczbą grup hydrofilowych lub ich niższym stopniem powinowactwa do wody [Rahman 2006; Ocieczek i Ruszkowska 2018]. Nasiona kolendry obok hydrofilowej celulozy oraz białka zawierają w swoim składzie 21% tłuszczu, który ogranicza higroskopijne właściwości tego produktu [Kozłowska i Ziarno 2012].

W próbkach kolendry, powstałej w wyniku poddania jej nasion procesowi rozdrobnienia, stwierdzono znacznie niższą aktywność wody ( $a_w = 0,5841 \pm 0,0028$ ), co wskazywało na lepszy stopień związania wody z suchą matrycą niż w przypadku całych nasion. Jak podaje literatura przedmiotu, proces rozdrabniania (podobnie jak inne procesy jednostkowe, np. suszenie konwekcyjne, suszenie rozpyłowe, liofilizacja, mieszanie) może powodować destrukcje w materiałach o sieci krystalicznej, do których zalicza się naturalne skrobie. Obecność destrukcji powstających w wyniku rozdrabniania, powodujących powstawanie amorficznych regionów w krystalicznych ciałach stałych, może powodować podwyższenie ich higroskopijności. Tym samym w wyniku rozdrabniania matrycy ciała stałego może dochodzić do zmian, powodujących obniżenie stabilności fizykochemicznej, a w konsekwencji także trwałości przechowalniczej [Pikal i in. 1978; Ocieczek i Ruszkowska 2012].

Źródłem wielu istotnych informacji, dotyczących stanu wody w materiale, są niewątpliwie izotermy sorpcji. Przedstawiają one zależność pomiędzy ilością wody zaadsorbowanej przez jednostkę masy produktu spożywczego a aktywnością wody w stałej temperaturze i przy stałym ciśnieniu całkowitym. Tę charakterystyczną dla każdego produktu krzywą można przedstawiać w formie graficznej bądź w postaci parametrów matematycznych modeli, służących ich opisowi.

Dzięki znajomości przebiegu izoterm sorpcji można określić powinowactwo produktu do wody oraz przewidzieć zmiany, jakie mogą wystąpić w danym materiale podczas procesu jego przechowywania. Pozwala na to określenie charakterystycznego mechanizmu wiązania wody w badanym produkcie [Mieszkowska i Marzec 2015]. Do opisu izoterm sorpcji pary wodnej nasion kolendry o różnym stopniu rozdrobnienia zastosowano model Brunauera, Emmetta i Tellera (BET).

Równanie BET jest najczęściej stosowanym modelem, służącym opisowi właściwości sorpcyjnych w badaniach żywności. Stanowi on fundamentalny wzór w interpretacji wielowarstwowych izoterm sorpcji typów II i III. Jest to również skuteczna metoda szacowania ilości związanej wody w określonych, polarnych miejscach odwodnionego produktu spożywczego [Andrade, Lemus i Perez 2011]. Izotermy sorpcji, opisane przez równanie BET, mają zastosowanie raczej pod względem jakościowym niż ilościowym.

Sklonność równania BET do poddania się linearyzacji można potraktować jako podstawę oceny jego użyteczności w opisie właściwości sorpcyjnych. Wychodząc z tego założenia, można zauważyć, że prawie we wszystkich przypadkach wykresy BET są liniowe tylko w ograniczonym zakresie aktywności wody, tj. od 0,05 do 0,45 [Andrade, Lemus i Perez 2011]. Biorąc pod uwagę te ograniczenia równania BET, do dyskutowanych w tej pracy obliczeń wykorzystano dane empiryczne z zawężonego zakresu aktywności wody.

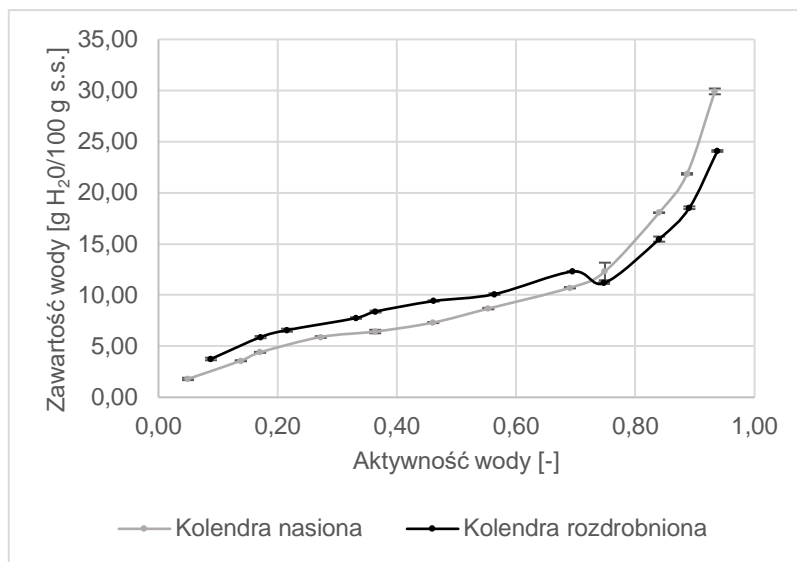
Teoria, będąca podstawą do wyprowadzenia równania BET, została zakwestionowana także z powodu niektórych jej założeń, stanowiących w ocenie wielu badaczy zbyt daleko idące uproszczenia. Przykładem może być założenie, że szybkość kondensacji w pierwszej warstwie jest równa szybkości parowania z drugiej warstwy. Założenie jednolitej powierzchni adsorbentu i brak interakcji bocznych między zaadsorbowanymi cząsteczkami są traktowane jako niepoprawne, biorąc pod uwagę heterogeniczne interakcje, mające miejsce na powierzchni żywności. Niemniej podstawy teoretyczne modelu BET stały się punktem wyjścia do opracowania alternatyw poszerzających zakres danych dobrze opisanych matematycznie lub do przeformułowania modelu w celu znalezienia bardziej poprawnego przybliżenia fizycznego [Andrade, Lemus i Perez 2011].

Pomimo realnych ograniczeń równania BET, można uznać je za najbardziej użyteczne do oszacowywania optymalnych warunków wilgotnościowych, sprzyjających zachowaniu przez żywność dobrej stabilności w czasie jej przechowywania, zwłaszcza w przypadku odwodnionych produktów spożywczych [Andrade, Lemus i Perez 2011].

Większość produktów spożywczych, zawierających związki wielkocząsteczkowe, można opisać izotermą o kształcie sigmoidalnym, której przebieg zależy od

temperatury otoczenia, stanu fizycznego składników badanego materiału, czy składu chemicznego produktu.

Analizując kształt wyznaczonych empirycznie izoterm sorpcji dla badanego produktu, stwierdzono, że charakteryzowały się one kształtem sigmoidalnym, co odpowiada II typowi izoterm według klasyfikacji opracowanej przez Brunauera (rys. 1) [Brunauer i in. 1940].



**Rys. 1.** Izotermę sorpcji kolendry o różnym stopniu rozdrobnienia

Źródło: badania własne.

Na podstawie oceny wyjściowych parametrów całych i rozdrobnionych nasion kolendry można stwierdzić, że w zakresie aktywności wody: 0,0495–0,6902 w przypadku całych nasion oraz 0,0880–0,5636 w przypadku nasion rozdrobnionych (rys. 1) zachodził proces desorpcji, powyżej zaś tych zakresów aktywności wody zachodził proces adsorpcji. Po przekroczeniu  $a_w = 0,75$  w przypadku obu próbek stwierdzono znaczną intensyfikację procesu adsorpcji, objawiającą się wzrostem dynamiki procesu pochłaniania pary wodnej. Widoczne przegięcie krzywej sorpcji prawdopodobnie wskazywało na rozpoczęcie zjawiska kondensacji kapilarnej. Wystąpienie tego zjawiska można utożsamiać z przekroczeniem poziomu wilgotności krytycznej, która decyduje o braku zdolności produktu do dalszego przechowywania.

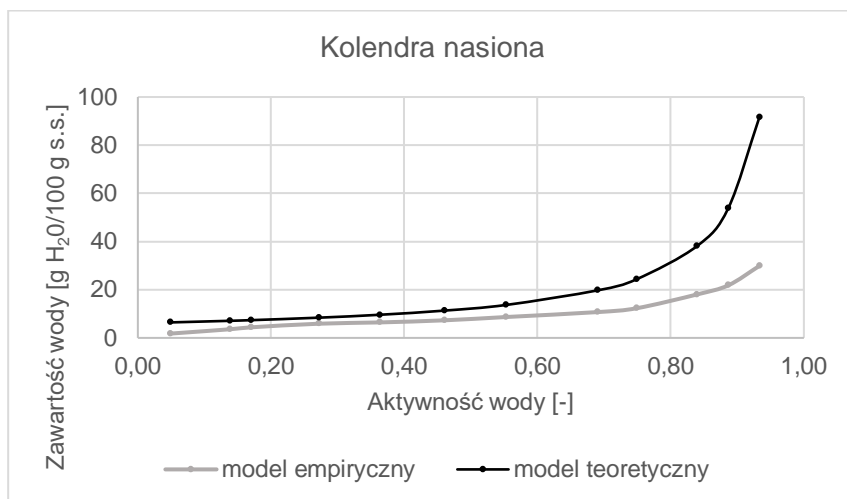
Wstępna analiza rozkładu wyników dla badanych próbek kolendry, na podstawie porównania wzajemnego położenia wyznaczonych izoterm, pozwoliła



stwierdzić, że przebieg obu izoterm był znacząco różny (rys. 1). Przypuszczenie potwierdziły wyniki testu t-Studenta różnic między średnimi dla par wiązanych, które wykazały, że różnice w przebiegu krzywych są statystycznie istotne na poziomie istotności nieprzekraczającym wartości  $p = 0,05$ . Obliczona statystyka  $t = 3,8822$  ( $p = 0,002$ ) była wyższa od wartości krytycznej odczytanej z tablic statystycznych ( $t_{0,05} = 2,1788$ ). Uzyskany rozkład wyników interpretować można jako skutek procesu rozdrabniania, który, powodując wzrost powierzchni właściwej, przyczynił się także do wzrostu sorpcyjności.

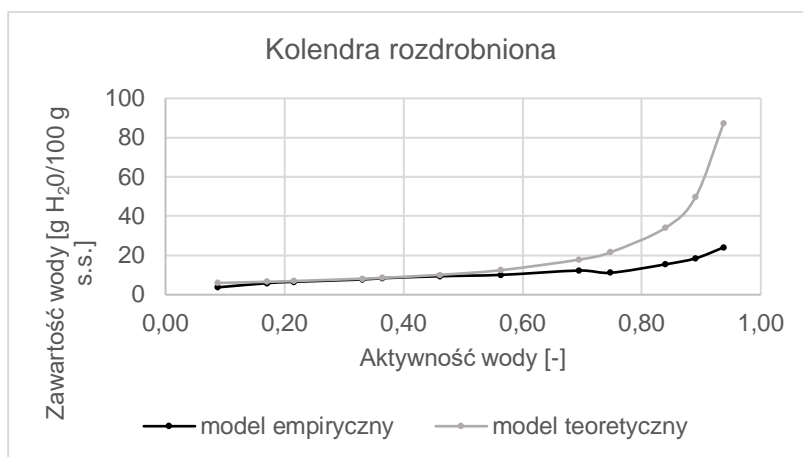
Na rysunkach 2 i 3 zaprezentowano przebieg empirycznie wyznaczonych oraz teoretycznie (model BET) obliczonych izoterm sorpcji dla badanych próbek kolendry.

Z porównania przebiegu krzywych empirycznych i teoretycznych wynika, że zastosowanie równania BET do opisu izoterm sorpcji pary wodnej na powierzchni całych, jak i rozdrobnionych nasion kolendry dobrze odwzorowuje zjawiska w ograniczonym jednak zakresie (0,0495–0,4613) aktywności wody (rys. 2 i 3). W obu przypadkach przy wysokich ciśnieniach ilość pary zaadsorbowana przez sorbent jest znacząco niższa niż przewidywana przez izotermę, wyznaczoną na podstawie równania BET, na co wskazują także doniesienia literaturowe [Andrade, Lemus i Perez 2011; Ociecek, Puksza i Nebel 2017]. Opis zjawiska sorpcji pary wodnej przez model BET dla wysokich wartości jej prężności odbiega od wyników doświadczenia, które są podstawą weryfikacji jego użyteczności.



**Rys. 2.** Izoterm sorpcji całych nasion kolendry wyznaczone w sposób empiryczny i matematyczny

Źródło: badania własne.



**Rys. 3.** Izotermę sorpcji rozdrobnionych nasion kolendry wyznaczone w sposób empiryczny i matematyczny

*Źródło: badania własne*

Model BET zastosowano do opisu zjawiska w zakresie aktywności wody od 0,0495 do 0,4613, a stopień dopasowania modelu oraz jego parametry dla badanych produktów przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1**

Parametry równania BET dla badanych rodzajów kolendry

Kolendra	$V_m$ [g H <sub>2</sub> O/100 g s.s.]	C	R <sup>2</sup>	Powierzchnia właściwa sorpcji [m <sup>2</sup> /g s.s.]	SKO	RMS [%]
Całe nasiona	3,1246	11,1461	0,9476	109,7797	59,0854	1,6994
Rozdrobnione nasiona	3,7797	21,1273	0,9733	132,7972	5,7996	0,0748

*Źródło: badania własne.*

Porównanie wartości sum kwadratów odchyleń (SKO) i średniego błędu kwadratowego (RMS) wykazuje, że parametry modelu BET oszacowane z zastosowaniem metody analitycznej bardzo dobrze opisują pod względem matematycznym proces sorpcji pary wodnej na powierzchni próbek kolendry. Przyjmuje się, że wielkość średniego błędu kwadratowego (RMS) na poziomie niższym niż 10% wskazuje na dobrą zgodność dopasowania modelu do danych w badanym zakresie  $a_w$  [Ocieczek i Ruszkowska 2018]. Natomiast porównanie SKO i stosunkowo znaczna różnica wartości tego parametru dla rozdrobnionych i nierozdrobnionych

nasion kolendry wskazuje, że zjawisko sorpcji przebiega w sposób zbliżony do modelowego na próbkach homogennych. Homogenność zaś poprawiona została w wyniku procesu rozdrabniania nasion. Można zatem sformułować hipotezę, że choć całe nasiona kolendry są bardziej odporne na oddziaływanie czynników zewnętrznych, to proces ich dezintegracji powoduje, że prognozowanie skutków oddziaływania z parą wodną w otoczeniu jest obarczone mniejszym błędem.

Model BET jest określany jako skuteczna metoda, służąca do szacowania ilości wody, związanej przez polarne grupy odwodnionych układów żywnościowych.

Wartość  $V_m$  określa pojemność monowarstwy, która odpowiada takiej zawartości wody, że jej cząsteczki pokrywają wszystkie polarne grupy funkcyjne. Dzięki temu cząsteczki wody, silnie związane z matrycą ciała stałego, skutecznie chronią powierzchnię produktu przed zmianami oksydacyjnymi. O pojemności  $V_m$  decyduje udział frakcji bogatych w grupy polarne oraz ich stan fizyczny, determinując ilość wody, która jest silnie związana z matrycą żywności [Ociecek 2012].

Wyznaczone wartości  $V_m$  mieściły się w zakresie 3,1246–3,7797 g H<sub>2</sub>O/100 g s.s. Wyższą wartość  $V_m$  stwierdzono w rozdrobnionych nasionach kolendry, co wynika z faktu, że proces rozdrabniania powoduje znaczne rozwinięcie powierzchni właściwej produktu. Stała  $C$  w równaniu BET jest zależna od różnicy między ciepłem adsorpcji dla pierwszej warstwy a ciepłem kondensacji [Pałacha i Sitkiewicz 2010]. Stała  $C$  poprawnie opisuje sigmoidalny kształt izotermy i pozwala przypuszczać, że w badanym produkcie zachodził jedynie proces sorpcji fizycznej [Kędzierska i Pałacha 2011].

Oszacowane wartości pojemności monowarstwy  $V_m$  stanowiły podstawę do obliczenia powierzchni właściwej sorpcji, która była większa w przypadku rozdrobnionych nasion kolendry (132,7972 m<sup>2</sup>/g s.s.), niż w przypadku całych nasion (109,7797 m<sup>2</sup>/g s.s.) (tab. 1).

Tym samym wykazano, że rozdrobnienie badanego materiału przyczyniło się nie tylko do rozwinięcia powierzchni właściwej, ale także powierzchni właściwej sorpcji. To zaś znalazło odzwierciedlenie w różnicowaniu się sorpcyjności, opisywanej za pomocą teoretycznego modelu BET. Uzyskane wyniki stanowią powinny punkt wyjścia w procesie projektowania opakowań oraz zaleceń przechowalniczych dla towarów o różnym stopniu użyteczności, związanym z dostosowaniem surowca do potrzeb konsumentów.

Rozwijanie asortymentu towarów, poprzez różnicowanie ich użyteczności powinno uwzględniać wiążące się z tym zmiany ich właściwości, m.in. przechowalniczych, co ma istotne znaczenie w procesie zarządzania produktem w całym cyklu życia. Wiedza przyrodniczo-techniczna ma niepodważalne znaczenie w podejmowaniu racjonalnych decyzji w procesie zarządzania.

## WNIOSKI

1. Izotermy adsorpcji pary wodnej badanych rodzajów kolendry należały do II typu izoterm według klasyfikacji Brunauera. Ich sigmoidalny kształt był związany z występowaniem adsorpcji monomolekularnej w środowisku o  $a_w < 0,36$ , zakresu adsorpcji wielowarstwowej ( $0,36 < a_w < 0,75$ ) i kondensacji kapilarnej ( $a_w > 0,75$ ).
2. Proces rozdrabniania zróżnicował właściwości higroskopijne nasion kolendry.
3. Model BET poprawnie opisywał izotermy adsorpcji w zakresie aktywności wody od 0,05 do 0,45.
4. Przedstawione wyniki stanowią podstawę do opracowania optymalnych warunków przechowywania kolendry w ujęciu zarządzania produktem.

## BIBLIOGRAFIA

1. Andrade P.R., Lemus M.R., Perez C.E., *Models of Sorption Isotherms for Food: Uses and Limitation*, Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmaceutica, 2011, 18(3), s. 325–334.
2. Anwar F., Sulman M., Hussain Al., Saari N., Md Asif Iqbal S., Rashid U., *Physico-chemical Composition of Hydro-Distilled Essential Oil from Coriander (Coriandrum sativum L.) Seeds Cultivated in Pakistan*, Journal of Medicinal Plant Research, 2011, 5(15), s. 3537–3544.
3. Brunauer S., Deming L.S., Deming W.E., Teller E., *On the Theory of van der Waals Adsorption of Gases*, Journal of the American Chemical Society, 1940, 62, s. 1723–1732.
4. Figura L.O., Teixeira A.A., *Food Physics, Physical Properties – Measurement and Application*, Springer-Verlag, Berlin 2007.
5. Kędzierska K., Pałacha Z., *Wpływ temperatury na właściwości sorpcyjne suszu pieczarek*, Acta Agrophysica, 2011, 17(1), s. 77–88.
6. Kozłowska M., Ziarno M., *Kolendra – skład i zastosowanie*, Postępy Fitoterapii, 2012, 2, s. 108–112.
7. Krełowska-Kułas M., *Badanie jakości produktów spożywczych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1993.
8. Lewicki P.P., *A Three Parameters Equation for Food Moisture Sorption Isotherms*, Journal of Food Process Engineering, 1998, 21, s. 127–144.
9. Mengesha B., Alemaw G., *Variability in Ethiopian Coriander Accessions from Agronomic and Quality Traits*, African Crop Science Journal, 2010, 18, s. 43–49.
10. Mieszkowska A., Marzec A., *Właściwości sorpcyjne ciastek kruchych z mąką z ciecierzycy*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2015, 582, s. 35–42.

11. Ociecek A., *Właściwości hydratacyjne jako wyróżnik jakości mąk pszennych pasażowych*, Prace Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia, 2012.
  12. Ociecek A., Mesinger D., *Porównawcza charakterystyka właściwości sorpcyjnych popularnych rodzajów skrobi z zastosowaniem modelu BET w rozwinięciu analitycznym i numerycznym*, Przemysł Chemiczny, 2020, 99(5), s. 751–755.
  13. Ociecek A., Puksza T., Nebel J., *The Effect of Black Pepper Degree Fragmentation on Its Hygroscopic Properties with Using Selected Models of Sorption*, Scientific Journal of Gdynia Maritime University, 2017, 99, s. 20–33.
  14. Ociecek A., Ruszkowska M., *Porównanie właściwości sorpcyjnych ziarna wybranych odmian komosy ryżowej*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2018, 25, 3(116), s. 71–88.
  15. Ościk J., *Adsorpcja*, PWN, Warszawa 1973.
  16. Paderewski M., *Procesy adsorpcyjne w inżynierii chemicznej*, WNT, Warszawa 1999.
  17. Pałacha Z., *Aktywność wody – ważny parametr żywności*, Przemysł Spożywczy, 2008, 4, s. 22–26.
  18. Pałacha Z., Sitkiewicz I. (red.), *Właściwości fizyczne żywności*, WNT, Warszawa 2010.
  19. Pikal M.J., Lukes A.L., Lang J.E., Gaines K., *Quantitative Crystallinity Determinations for Beta – Lactam Antibiotics by Solution Calorimetry: Correlations with Stability*, Journal of Pharmaceutical Sciences, 1978, 67, s. 767–772.
  20. Rahman M.S., *State Diagram of Foods: Its Potential Use in Food Processing and Product Stability*, Journal of Food Science and Technology, 2006, 17, s. 129–141.
  21. Sikorski Z. (red.), 2007, *Chemia żywności*, WNT, Warszawa 2007.
  22. Soczewka I., Ginter A., *Handel międzynarodowy artykułami rolno-spożywczymi w Polsce w latach 2007–2011*, Journal of Agribusiness and Rural Development, 2013, 2(28), s. 225–234.
  23. Sudoł S., *Nauki o zarządzaniu. Ewolucja nauk ekonomicznych. Jedność a różnorodność, relacje do innych nauk, problemy klasyfikacyjne*, Komitet Nauk Organizacji i Zarządzania PAN, Warszawa 2018.
  24. Timmermann E.O., *Multilayer Sorption Parameters: BET or GAB Values?* Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2003, 1–3, s. 235–260.
- Źródła internetowe
25. OEC, 2020, The Observatory of Economic Complexity, Spices, <https://oec.world/en/profile/hs92/spices> (dostęp 06.07.2020).

## THE IMPACT OF THE DEGREE OF CRUSHING OF CORIANDER SEEDS (*CORIANDRUM SATIVUM*) ON THEIR SORPTION PROPERTIES IN THE CONTEXT OF THE STUDY OF STORAGE STABILITY AND SUSCEPTIBILITY TO MODELING OF THE STUDIED PHENOMENON

**Abstract:** International trade is one of the most important factors determining the economic development of countries and their international relations. Among the goods which are subject of foreign trade, we can distinguish spices. The value of trade in spices in 2018 in the world reached USD 2.69 billion. The world's population cannot imagine preparing dishes without access to many popular spices, which due to the necessary climatic conditions of growth, are only grown in specific places in the world. This group of products includes coriander, which due to its oriental taste and aroma is added to many dishes derived from Middle Eastern cuisine.

The aim of this study was to assess the sorption properties of coriander seeds, diversified in terms of the degree of comminution, perceived as a determining factor in the storage stability of coriander. The study included the determination of sorption isotherms at 20°C by the static desiccator method and determining the parameters of the adsorption process using theoretical sorption models. Grinding coriander samples caused a change in its hygroscopicity compared to coriander seeds not subjected to grinding.

**Keywords:** sorption isotherm, water activity, coriander seeds, degree of fragmentation, BET model, sorption specific surface.

# MARNOWANIE ŻYWNOŚCI W OBROcie TOWAROWYM

**Magdalena PAŹDZIOR<sup>1</sup>, Jerzy ŻUCHOWSKI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Sztuki,  
Katedra Wzornictwa, e-mail: m.pazdzior@uthrad.pl

<sup>2</sup> Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Inżynierii Chemicznej  
i Towaroznawstwa, Katedra Towaroznawstwa i Nauk o Jakości,  
e-mail: j.zuchowski@uthrad.pl

**Streszczenie:** Tematyka pracy obejmuje problem generowania tzw. żywności marnowanej na etapie dystrybucji produktów spożywczych. Podejmowane są liczne działania formalne, ale też niesformalizowane na rzecz minimalizacji skali i skutków tego zjawiska. Kluczem do przeciwdziałania stratom i marnotrawstwu żywności stała się idea zrównoważonej konsumpcji i produkcji (*Sustainable Consumption and Production* – SCP).

Celem pracy była synteza danych identyfikujących zakres ilościowy i jakościowy marnowanej żywności na etapie dystrybucji oraz ocena opinii konsumentów indywidualnych w tym zakresie. Zbadano poglądy konsumentów w odniesieniu do przyczyn i negatywnych konsekwencji oraz możliwości przeciwdziałania zjawisku marnowania żywności na etapie obrotu towarowego. Stwierdzono, że mimo świadomości producentów, dystrybutorów oraz konsumentów w zakresie konieczności ograniczenia ilości żywności marnowanej, nadal należy podejmować działania dążące do minimalizowania tego zjawiska.

**Słowa kluczowe:** żywność marnowana, dystrybucja, zrównoważony rozwój.

## WSTĘP

Marnotrawienie żywności jest szerokim i wieloaspektowym problemem: traktowanie łańcucha dostaw żywności jako całości pozwala zrozumieć złożoność problemu. Dane szacunkowe Eurostatu wskazują, że w Unii Europejskiej marnowanych jest rocznie ok. 88 mln ton żywności, z czego 5% na etapie sprzedaży [European Union 2015]. Mogłoby wydawać się, iż tak stosunkowo niewielki udział procentowy etapu dystrybucji towarów w marnotrawieniu produktów spożywczych nie musi stanowić istoty problemu. Jednak marnotrawstwo żywności wiąże się z konsekwencjami ekologicznymi, ekonomicznymi oraz społecznymi [Gniadek i in. 2019].

Celem pracy była analiza skali ilościowej i jakościowej marnowanej żywności na etapie dystrybucji oraz analiza opinii konsumentów indywidualnych w tym zakresie.

Odpowiedzialna konsumpcja jest zagadnieniem strategicznym dla przyszłości ludzkości, dlatego konieczne jest instytucjonalne wywieranie w różnym stopniu presji intensyfikującej działania, zmierzające do realizacji celów zrównoważonego rozwoju [Żuchowski i Żuchowska-Grzywacz 2018]. Problem oszacowania ilości i jakości marnowanej żywności oraz minimalizowanie tego zjawiska jest tematem badań oraz formalnych raportów i dokumentów.

Zidentyfikowanie głównych przyczyn powstawania odpadów spożywczych w całym łańcuchu dostaw żywności było celem prac badawczych projektu finansowanego z programu ramowego Komisji Europejskiej FUSIONS (*Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies*), dotyczącego prac w kierunku bardziej zasobooszczędnej Europy. FUSIONS opublikowało listę 286 aktualnych przyczyn marnotrawienia żywności, z których 18 dotyczy etapu handlu detalicznego [FUSIONS 2016].

Ze względu na rangę problemu podejmowane są liczne akcje i działania o różnym stopniu sformalizowania, mające na celu jego minimalizację. Włączenie handlowców, poprzez m.in. regulacje ustawowe, jest jednym z administracyjnych działań państwa w ograniczeniu ilości wyrzucanej żywności na etapie dystrybucji i sprzedaży oraz praktycznej realizacji założeń zrównoważonego rozwoju, obejmującego m.in. zrównoważoną konsumpcję i produkcję. Kwantyfikacja skali marnotrawstwa żywności w operacjach lub łańcuchach dostaw może pomóc lepiej zrozumieć, ile, gdzie i dlaczego żywność jest tracona lub marnowana, a także pozwala na podejmowanie działań zapobiegawczych.

## 1. MARNOTRAWSTWO ŻYWNOCI NA ETAPIE DYSTRYBUCJI

Zmarnowanie żywności skutkuje marnowaniem zasobów. Produkcja żywności obejmuje emisję CO<sub>2</sub> i gazów cieplarnianych (bezpośrednią i pośrednią), generującą ślad węglowy produktów [Karaczun i in. 2018]. Straty i marnotrawstwo żywności pochłaniają rocznie około 1/4 całej wody zużywanej przez rolnictwo [Kummu i in. 2012] oraz wymagają powierzchni gruntów większych od Chin [The FLW Protocol Steering Committee 2019]. Szacuje się, że generują też 8% światowej emisji gazów cieplarnianych [O'Connor 2019].

Wykorzystanie wody przez sektor rolno-spożywczy oraz producentów żywności jest bieżącym tematem badań [Burszta-Adamiak i Fiałkiewicz 2018]. Wskaźniki, takie jak ślad wodny (WF) czy ślad węglowy produktów spożywczych, są traktowane jako miara skutków zjawiska marnotrawstwa żywności.



### 1.1. Kategorie marnotrawstwa

Odpady żywnościowe z sektora detalicznego składają się z produktów gotowych i obejmują wszystkie rodzaje artykułów, które są dystrybuowane od producentów do konsumentów. W przeglądach badań i raportów nie znaleziono konkretnej definicji, która byłaby specyficzna dla marnotrawienia żywności w poszczególnych segmentach obrotu towarowego produktami spożywczymi. W definiowaniu kategorii marnotrawienia żywności wyróżniono trzy główne podejścia [FUSIONS 2014]:

- podejście I – zgodnie z miejscem w łańcuchu wartości, sankcjonowane przez FAO;
- podejście II – zgodnie z wymiarem funkcjonalnym, z kategoriami, takimi jak marnotrawienie żywności, marnotrawienie żywności potencjalnie możliwe do uniknięcia;
- podejście III – zgodnie z jakościowym zmniejszeniem jakościowej, odżywczej i/lub pieniężnej wartości produktu.

Przeciwdziałanie nieodpowiedzialnemu konsumpcjonizmowi znalazło odzwierciedlenie w założeniach celu 12. zrównoważonego rozwoju: zapewnić wzorce zrównoważonej konsumpcji i produkcji [ONZ 2015]. Organizacja FAO zdefiniowała marnotrawienie w łańcuchu żywnościowym jako *Food Loss&Waste* (FLW), a jako mierniki postępu realizacji 12. celu zrównoważonego rozwoju wskazała dwa niezależne wskaźniki [FAO 2019]:

- *Food Losses Index* – SGD.12.3.1 (FLI), koncentrujący się na podaży, obejmujący etapy produkcji pierwotnej, przechowywania i przetwarzania surowców;
- *Food Waste Index* – SGD.12.3.2 (FWI), koncentrujący się na popycie, obejmujący etapy dystrybucji (sprzedaż i logistyka) i konsumpcji (gospodarstwa domowe i gastronomia – żywność przeznaczona do spożycia przez ludzi).

Na rysunku 1 zaprezentowano pozycję etapu dystrybucji w łańcuchu dostaw żywności jako elementu marnotrawstwa żywności, definiowanego przez FAO jako wskaźnik zrównoważonego rozwoju FWI.

W Polsce nie są prowadzone formalne statystyki ilości odpadów powstających w kolejnych etapach łańcucha dostaw żywności. Stosunkowo niski procentowy udział etapu dystrybucji w skali marnotrawstwa żywności może wynikać nie tyle z małej odpadowości sprzedaży, ile również z małej liczby danych [Karaczun 2018]. Brakuje też zunifikowanych systemów gromadzenia, przetwarzania oraz prezentacji danych liczbowych, opisujących to zjawisko [Bednarczuk i Śleszyński 2019]. Według badań Gustavsson i innych największe straty powstają w trakcie dystrybucji ryb i owoców morza (25%) oraz mięsa (15%) [Gustavsson, Cederberg i Sonesson 2011].



**Rys. 1.** Marnotrawstwo żywności w łańcuchu dostaw na etapie dystrybucji w powiązaniu z 12. celem zrównoważonego rozwoju

Źródło: opracowanie na podstawie: FAO 2018; Obiedzińska 2017.

Tesco uchodzi za jedyne detalistę w Europie Środkowej, publikującego własne wyniki i wskaźniki w zakresie zjawiska marnowania produktów spożywczych. Dane te obejmują straty żywności w trakcie magazynowania oraz straty sklepowe. Według deklaracji Tesco od lutego 2018 do lutego 2019 sieć zmniejszyła ilość odpadów żywnościowych w polskich operacjach sklepów o 12%. Przy czym należy zauważyć, że brak w tych danych odniesienia ilości generowanych odpadów do zmian liczby sklepów. Całkowite straty żywności odnotowane w ciągu 52 tygodni 2017 roku wyniosły ponad 12 tys. ton (z blisko 11 tys. ton ogółu sprzedaży żywności), z czego dla organizacji charytatywnych współpracujących z tą siecią handlową przekazano nieodpłatnie 2,2 tys. ton, a na karmę dla zwierząt 4 tony. Całkowita wielkość strat wyniosła więc 0,9% ilości sprzedanej żywności. Jednocześnie sieć deklaruje, że w sklepach i centrach dystrybucji Tesco w Europie Środkowej marnuje się mniej niż 1% żywności, co stanowi według danych publikowanych przez tego dystrybutora 38 tys. ton rocznie [Tesco Polska sp. z o.o. 2018/2019].

Na rysunku 2 zestawiono kategorie strat żywności uwzględniane w raportach Tesco.



**Rys. 2.** Marnotrawstwo żywności w łańcuchu dostaw na etapie dystrybucji – kategorie strat w sieci Tesco

Źródło: opracowanie na podstawie: Tesco Polska sp. z o.o. 2018/2019.

Ze względu na zmienność w sektorze detalicznym marnotrawstwo żywności może być spowodowane różną liczbą i rodzajem czynników. Specyfika tego sektora zależy od kraju, toteż przyczyny leżące u podstaw wskaźnika FLW są ściśle związane z realiami terytorialnymi i organizacyjnymi obrotu towarowego żywności [CEC 2019].

## 1.2. Skala i pomiar marnotrawstwa, standard FLW

Segment dystrybucji w łańcuchu dostaw żywności obejmuje kilka poziomów graczy, tj. logistykę, hurtownie, supermarkety i detalistów z targowiskami włącznie (np. sprzedaż bezpośrednia od rolnika) [FAO 2011]. Granice pomiędzy tymi obszarami w kontekście monitoringu marnotrawstwa żywności nie zawsze są jednoznacznie wytyczone. Należy zdawać sobie sprawę z możliwego podwójnego liczenia odpadów, które są redystrybuowane dostawcom, np. żywności zarejestrowanej jako niesprzedana, ale która mogła być przekazywana bankom żywności lub organizacjom charytatywnym. Poza tym istnieje stosunkowo niewiele formalnych badań z pierwotnymi danymi na temat marnotrawienia żywności w tym segmencie [FUSION 2014], a niektóre badania wskazują, że w danych uwzględniana jest również masa materiału opakowaniowego [Stenmarck i in. 2011; Kranert i in. 2012].

W trakcie Global Green Growth Forum (3GF) w 2016 roku opracowano międzynarodowy program ramowy, który wspomaga przedsiębiorstwa, rządy i inne organizacje w mierzeniu strat żywności, raportowaniu o problemie i odpowiednim zarządzaniu odpadami żywnościowymi. Ustanowiony międzynarodowy standard, pozwalający na pomiar ilości żywności faktycznie marnowanej, *Food Loss and*

*Waste Accounting and Reporting Standard* (FLW Standard), określa wymogi sprawozdawcze i spójne zasady obliczenia skali marnowania żywności. Do programu przyłączyło się 400 największych kupców detalicznych i producentów na świecie z 70 krajów [Ciszak 2016]. Minimalizacja FLW może przynieść korzyści ekonomiczne, zwiększyć bezpieczeństwo żywnościowe, poprawić efektywność wykorzystania zasobów naturalnych i zmniejszyć wpływ na środowisko [The FLW Protocol Steering Committee 2016].

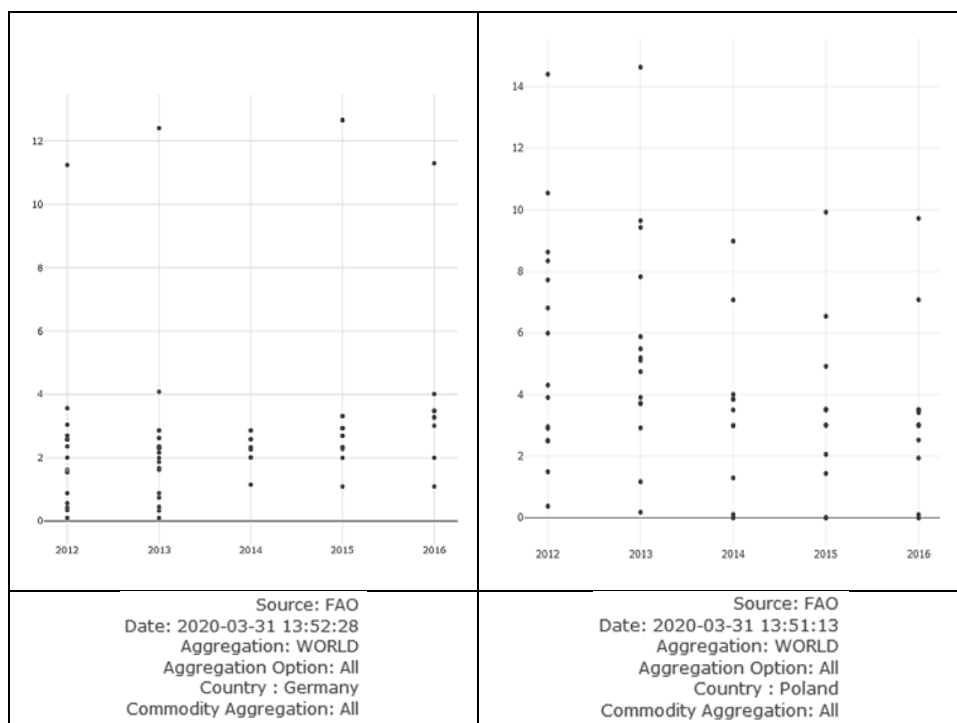
Organizacja FAO w ramach realizacji celu zrównoważonego rozwoju (SDG) 12.3.1. (dzielić się dostępną wiedzą i pomagać skoncentrować wysiłki tam, gdzie mogą mieć największy wpływ, aby osiągnąć cel SDG) udostępniła internetowy przekrojowy zbiór danych o charakterze ciągłym, dotyczących zarówno utraty żywności, jak i jej marnotrawienia – *The Food Loss and Waste Database*.

Baza obejmuje informacje z otwartych raportów i badań, mierzących straty żywności i marnotrawstwo produktów spożywczych dla różnych etapów łańcucha wartości i obszarów geograficznych. O kompleksowym charakterze zestawienia świadczy fakt, że na koniec 2019 roku obejmowało ono 480 publikacji i raportów z różnych źródeł o różnym stopniu sformalizowania i ponad 20 tysięcy punktów zbierania danych. Jednak z jednej strony FAO gromadzi dane tam, gdzie są one dostępne, a z drugiej kraje mogą zgłaszać ponad 10 „najkorzystniejszych” towarów i badań [FAO 2018, 2019].

Na rysunku 3 zaprezentowano zestawienie dostępnych aktualnie danych dla Polski i porównawczo dla Niemiec, które wyraźnie różnicuje procentowy udział strat żywności w obu państwach. Każdy punkt odpowiada określonemu rodzajowi produktów.

W zestawieniu zastosowano Centralną Klasyfikację Produktów (*Central Product Classification*). Dla obu porównywanych państw ranking marnowanych produktów jest różny. W Niemczech marnuje się najwięcej ziemniaków, a w Polsce ogórków i korniszonów w latach 2012–14, obecnie zaś owsa i ziemniaków. Produktem, który marnowany jest w najniższym procencie w Polsce, są kurze jajka w skorupkach [Food Loss and Waste Database 2020].

Należy jednak zwrócić uwagę, że trudno jest na podstawie udostępnianych danych porównać wygenerowane zestawienia, ponieważ w poszczególnych latach różny jest koszyk marnowanych produktów dla obu państw, obejmujący 10 wybranych do śledzenia towarów przez dany kraj w ramach Agendy 2030. Zarysowuje się jednak wyraźna różnica w skali zjawiska – na niekorzyść Polski, a jednocześnie tendencja spadkowa procentu strat żywności według produkcji krajowej brutto.



**Rys. 3.** Procent strat żywności według wartości produkcji krajowej

Źródło: Food Loss and Waste Database, <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/flw-data/en/> [31.03.2020].

## 2. DZIAŁANIA MINIMALIZACJI MARNOTRAWSTWA ŻYWNOCI W DYSTRYBUCJI

Generowanie FLW i zapobieganie FLW zależą od specyfiki danego państwa czy regionu, a interwencje w tym zakresie muszą być dostosowane do kontekstu. Zapobieganie marnowaniu żywności na etapie obrotu towarowego ma m.in. swoje źródło w postawach handlowców żywnością [Stępień i Dobrowolski 2017]. W raporcie *Commission for Environmental Cooperation* zarekomendowano szereg działań, ukierunkowanych na minimalizację marnotrawstwa żywności na etapie dystrybucji (procesy przechowywania i transportu), tj. [CEC 2019]:

- optymalizację współpracy i przepływu informacji w łańcuchu dostaw;
- poprawę zarządzania łańcuchem chłodniczym, w tym dostępność sprawnej infrastruktury zapobiegającej zepsuciu lub degradacji;

- zastosowanie odpowiednich opakowań w celu przedłużenia żywotności produktów spożywczych i zmniejszenia szkód;
- profilowanie postaw zakupowych klientów przez jednostki dystrybuujące żywność oraz ich strategii promocyjnych.

Oprócz zaleceń podejmowane są na poziomie państw formalne regulacje odnośnie do ograniczenia zjawiska, ale też jego pomiaru. W Polsce od września 2019 roku skalę marnowania żywności na etapie jej sprzedaży ogranicza *Ustawa o przeciwdziałaniu marnowaniu żywności*, na której mocy wszystkie sklepy o powierzchni powyżej 250 m<sup>2</sup>, dla których żywność stanowi przynajmniej 50% całkowitych przychodów, mają obowiązek podpisania umów z organizacjami charytatywnymi [Ustawa z 19 lipca 2019]. Wcześniej sklepy zawierały takie porozumienia dobrowolnie. Sieci handlowe podpisują partnerskie umowy dotyczące przekazywania niesprzedanej, ale dobrej jakościowo żywności centralnie z Federacją Polskich Banków Żywności, która reprezentuje wszystkie BŻ [Kotkowski 2019]. Ustawa obliuguje sklepy do upublicznienia informacji o wysokości należnej opłaty lub wartości przekazanej żywności organizacjom pozarządowym. Ponadto sprzedawcy żywności mają obowiązek przekazania Wojewódzkim Funduszom Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej sprawozdania o marnowanej żywności.

Poza działaniami wymuszonymi przez prawo sprzedawcy, realizując własne cele strategiczne związane z działaniami na rzecz zrównoważonego rozwoju, mają już dostęp do innowacyjnych rozwiązań analitycznych, takich jak np. infrastruktura Inteligentna Półka – firmy Surge Cloud, dedykowane aplikacje, spersonalizowane promocje w sklepach. Systemy te dają możliwość weryfikowania „facingu”, egzekwowania polityki FIFO, sprawdzania stanu produktów i jak rotują, a także pośrednio wpływania na odpowiedzialne decyzje zakupowe klientów, prognozowanie popytu i usprawnienie systemu zamówień [Szczepaniak 2019]. Można więc prognozować, że w kolejnych latach oprócz tego, że powinna być zauważalnie minimalizowana skala zjawiska marnotrawstwa w obrocie towarowym, to również pozyskane będą ujednolicone dane w tym zakresie.

### 3. MATERIAŁ I METODYKA BADANIA

Podmiotem badań była zbiorowość incydentalna 143 konsumentów, którzy deklarowali z różną częstotliwością wyrzucanie jedzenia. Do próby kwalifikowano osoby pełnoletnie. Narzędziem badawczym był kwestionariusz ankiety, zawierający łącznie 13 pytań zamkniętych (w tym również alternatywne i z wieloma wariantami odpowiedzi). Jako formę pomiaru bezpośredniego wybrano dedykowaną technikom sondażowym metodę ankiety internetowej. Wskaźnik odpowiedzi „response rate” wyniósł 76%. Badanie zrealizowano w styczniu 2020 roku.

W tabeli 1 zawarto charakterystykę respondentów. W badaniu wzięło udział dwukrotnie więcej kobiet niż mężczyzn. Najliczniejszą grupę stanowili respondenci w wieku poniżej 30 lat. Wykształcenie wyższe zadeklarowało 50% badanych. Uznano za korzystny znaczący udział respondentów młodych w wieku produkcyjnym o wykształceniu wyższym i przeciętnych dochodach.

**Tabela 1**

## Charakterystyka respondentów

Zmienne metryczkowe		Udział [%]
Płeć	Kobiety	76,0
	Mężczyźni	24,0
Wiek	> 30 lat	36,0
	30–50 lat	33,0
	51–70 lat	23,0
	< 70 lat	8,0
Wykształcenie	Podstawowe	22,0
	Średnie	28,0
	Wyższe	50,0
Miejsce zamieszkania	Wieś	34,0
	Miasto	66,0
Dochód na jednego członka gospodarstwa	> 500 zł	9,0
	500–1500 zł	44,0
	1501–2500 zł	26,0
	< 2500 zł	21,0

Źródło: opracowanie własne.

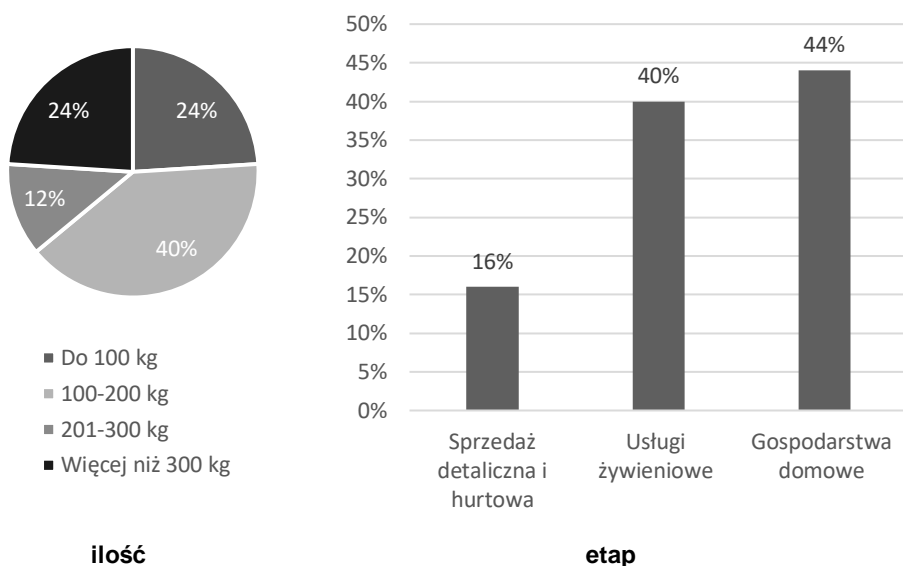
#### 4. WYNIKI BADANIA

W badaniu poglądów konsumentów indywidualnych w zakresie marnowania żywności na etapie obrotu towarowego pytano o przyczyny i negatywne konsekwencje tego zjawiska oraz opinie respondentów odnośnie do podejmowanych przez handlowców i konsumentów inicjatyw minimalizujących jego skalę [Bujak 2019]. Wyniki zestawiono na rysunku 4 i w tabeli 2.

Na podstawie wyników na rysunku 4 można stwierdzić, że w badanej grupie jedynie 12% respondentów знаło ilościową skalę zjawiska marnowania żywności na etapie dystrybucji i zaznaczyło poprawny zakres 201–300 kg.

Najczęstszą odpowiedzią ankietowanych był przedział pomiędzy 100–200 kg (40%), co świadczy o tym, że ankietowani nie mieli wiedzy odnośnie do faktycznego rozmiaru strat żywności w analizowanym etapie.

Jednocześnie tylko 16% ankietowanych wskazało fazę sprzedaży jako tę, w której czasie marnuje się najczęściej żywności. Możliwe, że taki pogląd miał wpływ na niedoszacowanie w opinii respondentów skali ilościowej zjawiska marnowania żywności na etapie obrotu towarowego.



**Rys. 4.** Skala zjawiska marnowania żywności na etapie dystrybucji żywności w opinii ankietowanych

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników badań zestawionych w tabeli 2 uznano, że ponad połowa badanych potwierdziła wpływ promocji oraz wprowadzonego zakazu handlu na skalę marnowania żywności (odpowiednio 64 i 60%). Należy jednocześnie zwrócić uwagę na stosunkowo duży odsetek zaznaczonych dla tych pytań odpowiedzi „nie mam zdania” (odpowiednio 20 i 29%). W odniesieniu do podejmowanych inicjatyw przeciwdziałania marnotrawstwu żywności badani właściwie byli równo podzieloną grupą słyszących i niesłyszących o tego typu działaniach. Z kolei ponad połowa ankietowanych nie akceptowała lub nie miała zdania w sprawie nieformalnych zachowań i stylów, takich jak freeganizm czy precykling w kontekście analizowanego problemu. Niespełna połowa respondentów nie miała również zdania w zakresie wdrażania upcyklingu niesprzedanych produktów.



**Tabela 2**

Postawy konsumentów wobec marnowania żywności na etapie obrotu towarowego

Pytanie	Odpowiedzi [%]		
	Tak	Nie	Nie mam zdania
Czy promocje wpływają na skalę marnowania żywności na etapie dystrybucji?	64	16	20
Czy ograniczenie handlu w niedziele wpływa na skalę marnowania żywności na etapie dystrybucji?	60	11	29
Czy słyszałeś o inicjatywach przeciwdziałania marnowania żywności na etapie dystrybucji?	48	45	7
Czy akceptujesz styl życia freegan?	26	10	64
Czy precykling ma wpływ na skalę marnowania żywności?	23	16	61
Czy akceptujesz upcykling niesprzedanych produktów?	31	23	46

*Źródło: opracowanie własne.*

Zaobserwowany układ odpowiedzi wskazał, że wśród badanych przeważały osoby nie do końca świadome skali problemu marnotrawstwa żywności w etapie dystrybucji. Jednocześnie duży odsetek badanych zadeklarował brak zdania lub całkowity brak akceptacji dla możliwych nieformalnych inicjatyw przeciwdziałaniu temu zjawisku. Można przypuszczać, że stosunkowo nieduży odsetek badanych, którzy akceptowali modne antykonsumpcyjne trendy życia konsumentów oraz inicjatywy handlowców i dystrybutorów, wynikał ze specyficznych właściwości produktów spożywczych łatwo się psujących i w konsekwencji ich wpływu na zdrowie i życie konsumentów.

## PODSUMOWANIE

Mimo stosunkowo niskiego udziału procentowego w łańcuchu dostaw marnotrawienia żywności na etapie dystrybucji towarów nie należy bagatelizować problemu ze względu na jego konsekwencje ekologiczne, ekonomiczne oraz społeczne. Istnieje zagrożenie niedoszacowania skali analizowanego zjawiska, co może wynikać nie tyle z niskiej odpadowości sprzedaży, ile z małej ilości danych. Specyfika handlu żywnością zależy od realiów terytorialnych i organizacyjnych. Zmienność sektora spowodowana różną liczbą i rodzajem czynników go charakteryzujących utrudnia raportowanie skali problemu.

Obecnie podejmuje się wiele działań z zakresu standaryzacji pomiaru strat żywności w łańcuchu dostaw oraz ich minimalizacji. Opracowano standard

wymagań sprawozdawczych marnowania żywności FLW Standard. Organizacja FAO, realizując cele zrównoważonego rozwoju, prowadzi przekrojowy zbiór danych. Sformułowano zalecenia dobrowolnych działań, a także regulacje w formie aktów prawnych. Wprowadzane są komercyjne innowacje organizacji sprzedaży, które wspomagają etap dystrybucji żywności w zapobieganiu jej psuciu.

Na podstawie badania poglądów konsumentów w zakresie marnowania żywności na etapie obrotu towarowego stwierdzono, że ankietowani nie orientowali się w skali ilościowej tego zjawiska. Ponad połowa z nich wyraziła opinię, że promocje i ograniczenie handlu w niedziele intensyfikują marnotrawstwo żywności. Badani nie byli zwolennikami takich trendów jak freeganizm, precykling czy upcykling żywności, co mogło również wynikać z nieznamomości tych terminów.

Potraktowanie priorytetowo dążenia do minimalizacji strat żywności i odpadów na etapie obrotu towarowego może skutkować „potrójną wygraną” w zakresie: eliminacji głodu, złagodzenia presji na wodę, ziemię i klimat oraz oszczędności dla członków kanału dystrybucji żywności.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bednarczuk A., Śleszyński J., *Marnotrawstwo żywności – problem pomiaru i dostępności danych*, Optimum, Economic Studies, 2019, 3(97), s. 19–32.
2. Burszta-Adamiak E., Fiałkiewicz W., *Ślad wodny jako wskaźnik zużycia zasobów wodnych w produkcji roślinnej na terenie województwa dolnośląskiego*, Inżynieria Ekologiczna, 2018, 19(6), s. 71–79.
3. Bujak J., *Marnotrawstwo żywności w kontekście zrównoważonego rozwoju*, praca dyplomowa, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Radom 2019.
4. CEC, 2019, Commission for Environmental Cooperation, *Technical Report: Quantifying Food Loss and Waste and Its Impacts*, Montreal 2019.
5. FAO, 2011, *Global Food Losses and Food Waste-Extent Causes and Prevention*, Rome 2011.
6. FUSIONS, 2014, *Definitional Framework for Food Waste Full Report*.
7. FUSIONS, 2016, *Food Waste Quantification Manual to Monitor Food Waste Amounts and Progression*, Paris 2016.
8. Gniadek J., Grzeszak J., Kłosiewicz-Górecka U. i in., *Marnotrawstwo żywności – skala, skutki, przeciwdziałanie*, Tygodnik Gospodarczy, Polski Instytut Ekonomiczny, 2019, 29, s. 4–5.
9. Gustavsson J., Cederberg C., Sonesson U., *Global Food Losses and Food Waste. Extent, Causes and Pre-vention*, Save Food Congress, Düsseldorf 2011.

10. Kranert M., Hafner G., Barabosz J., Schneider F., Lebersorger S., Scherhauser S., Schuller H., Leverenz D., *Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland*, ISWA, Stuttgart 2012.
11. Kumm M., De Moel H., Porkka M., Siebert S., Varis O., Ward P.J., *Lost Food, Wasted Resources: Global Food Supply Chain Losses and Their Impacts on Freshwater, Cropland, and Fertiliser Use*, Science of the Total Environment, 2012, 438, s. 477–489.
12. Obiedzińska A., *Wpływ strat i marnotrawstwa żywności na bezpieczeństwo żywnościowe*, Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie, Problemy Rolnictwa Światowego, 2017, 17(XXXII), 1, s. 125–141.
13. Stenmarck Å., Hanssen O.J., Silvennoinen K., Katajajuuri J.-M., Werge M., *Initiatives on Prevention of Food Waste in the Retail and Wholesale Trades*, IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm 2011.
14. Stępień S., Dobrowolski D., *Straty i marnotrawstwo w łańcuchu dostaw żywności – propedeutyka problemu*, Progress in Economic Sciences, 2017, 4, s. 305–316.
15. *Ustawa z dnia 19 lipca 2019 r. o przeciwdziałaniu marnowaniu żywności*, DzU 2019, poz. 1680.
16. Żuchowski J., Żuchowska-Grzywacz M., *Kierunek na zrównoważony produkt. Aspekty towaroznawcze*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji – PIB, Radom 2018.

#### Źródła internetowe

17. Ciszak P., 2016, *Koncerny spożywcze ujawnią dane o marnowaniu żywności. To nawet 940 mld dol. strat rocznie*, <https://www.money.pl/gospodarka/wiadomosci/artukul/koncerny-spozywcze-ujawnia-dane-o-marnowaniu,107,0,2119787.html> (dostęp 23.05.2020).
18. European Union, 2015, *Flash Eurobarometer 425 – September 2015, Food Waste and Date Marking. Report*, <https://ec.europa.eu/COMMFrontOffice/publicopinion/index.cfm/Survey/getSurveyDetail/instruments/FLASH/surveyKy/2095> (dostęp 22.04.2020).
19. FAO, 2018, FAO Statistical Division, *Methodology for monitoring SDG target 12.3.*, Rome 2018, <http://www.fao.org/3/CA2640EN/ca2640en.pdf> (dostęp 24.05.2020).
20. FAO, 2019, *The State of Food and Agriculture. Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction*, Rome 2019, <http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf> (dostęp 22.05.2020).
21. Food Loss and Waste Database, 2020, <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/flw-data/en/> (dostęp 31.03.2020).
22. Karaczun Z., *Wpływ marnowania żywności na zmianę klimatu*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2018, [http://witrynawiejska.org.pl/data/Wplyw\\_marnowania\\_zywnosci\\_na\\_zmiane\\_klimatu\\_KK\\_web\\_strony\(1\).pdf](http://witrynawiejska.org.pl/data/Wplyw_marnowania_zywnosci_na_zmiane_klimatu_KK_web_strony(1).pdf) (dostęp 20.04.2020).

23. Kotkowski Ł., *Co robią największe sklepy, żeby marnować jak najmniej żywności? Poprawna odpowiedź brzmi: nadal za mało*, 2019, <https://www.spidersweb.pl/2020/01/marnowanie-zywnosci-banki-zywnosci-raport.html> (dostęp 26.05.2020).
24. O'Connor C., *SDG 12.3 and the Food Waste Index International Workshop on Food Loss and Waste Prevention*, South East and East Asia UNU, Tokyo 2019, [https://www.macs-g20.org/fileadmin/macs/Activities/S1\\_1\\_O\\_Connor\\_SDG\\_12.3\\_and\\_the\\_Food\\_Waste\\_Index.pdf](https://www.macs-g20.org/fileadmin/macs/Activities/S1_1_O_Connor_SDG_12.3_and_the_Food_Waste_Index.pdf) (dostęp 15.05.2020).
25. ONZ, 2015, *Agenda 2030 na rzecz zrównoważonego rozwoju (Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development)*, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf> (dostęp 20.05.2020).
26. Szczepaniak A., *Marnowanie żywności: mamy rozwiązanie!* <https://surgecloud.co/marnowanie-zywnosci/> (dostęp 25.05.2020).
27. Tesco Polska sp. z o.o., 2018/2019, *Strategia Pomocnych Gestów. Raport*, <https://corporate.tesco.pl/zr%C3%B3wnowa%C5%BCony-rozw%C3%B3j/> (dostęp 20.05.2020).
28. The FLW Protocol Steering Committee, *Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard*, [https://flwprotocol.org/wp-content/uploads/2017/05/FLW\\_Standard\\_final\\_2016.pdf](https://flwprotocol.org/wp-content/uploads/2017/05/FLW_Standard_final_2016.pdf) (dostęp 25.05.2020).

## FOOD WASTE IN TRADE IN GOODS

**Abstract:** The subject of the work includes the problem of generating the so-called food wasted at the food products distribution stage. Numerous formal and informal activities are undertaken to minimize the scale and effects of this phenomenon. The key to counteracting food loss and waste has become the idea of Sustainable Consumption and Production (SCP). The aim of the study was to synthesize data identifying the quantitative and qualitative range of food wasted at the distribution stage and to evaluate the opinions of individual consumers in this regard. Consumers' views were examined with regard to the causes and negative consequences as well as the possibilities of counteracting the phenomenon of food waste at the stage of trade in goods. It was found that despite the awareness of producers, distributors and consumers of the need to reduce the amount of wasted food, efforts should still be taken to minimize this phenomenon.

**Keywords:** food waste, distribution, sustainable development.

# OCENA WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNYCH I SENSORYCZNYCH NAPOJÓW ROŚLINNYCH W PROSZKU

**Millena RUSZKOWSKA, Katarzyna WINNICKA**

Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa,  
Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, e-mail: m.ruszkowska@wpit.umg.edu.pl

**Streszczenie:** Celem pracy była ocena wybranych właściwości fizykochemicznych i sensorycznych napojów roślinnych w proszku. Materiał badawczy stanowiło 11 napojów roślinnych w proszku: Avena Oat (I); Avena Almond (II); Cocomi Coconut (III); Diet Food Coconut (IV); Topnatur Kokosowy (V); Naturo Kokos (VI); Naturo Ryż (VII); Naturo Soja (VIII); Mogador Ryżowy (IX); Mogador Sojowy (X); Mogador Gryczany (XI).

Metodyka badań obejmowała: oznaczenie początkowej zawartości wody, aktywności wody, ocenę zwilżalności, oznaczenie gęstości luźnej i utręsionej, wyznaczenie współczynnika Hausnera, wyznaczenie indeksu Carra, oznaczenie kąta nasypu i kąta zsypu. W pracy dokonano również oceny sensorycznej napojów roślinnych w proszku, po procesie regeneracji, zgodnie z przepisem podanym przez producentów poszczególnych wyrobów na opakowaniu jednostkowym. Ocena sensoryczna została przeprowadzona przez 30-osobowy, wyszkolony zespół oceniałających.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że produkty charakteryzowały się zróżnicowanym składem surowcowym i ocenianymi parametrami fizykochemicznymi. Przeprowadzona w badaniach ocena zwilżalności dowiodła, że poza produktem I (Avena Oat) wszystkie oceniane napoje roślinne w proszku cechowały się słabą zwilżalnością w zakresie temperatur, obejmujących metodykę badań (20°C; 60°C; 90°C). Przeprowadzona ocena sensoryczna wykazała, że w opinii zespołu oceniałającego najlepszą jakością ogólną charakteryzował się produkt Topnatur Kokosowy (V).

**Słowa kluczowe:** napój roślinny w proszku, zwilżalność, gęstość luźna i utręsiona, współczynnik Hausnera, indeks Carra.

## WSTĘP

W ciągu ostatnich kilku lat obserwuje się wzrost zainteresowania żywnością wygodną. Szczególnie widoczny wśród konsumentów stał się zwiększony popyt na żywność w formie proszku, w tym na napoje roślinne typu instant. Popularność produktów wynika z dłuższego terminu przydatności do spożycia w porównaniu z produktami płynnymi czy szybkością przygotowania posiłku.

Kolejnym argumentem, dla którego napoje roślinne w proszku zyskały tak duże zainteresowanie na polskim oraz europejskim rynku, są aspekty zdrowotne.

Panująca moda na zdrowe odżywianie wpłynęła na zwiększenie liczby osób stosujących dietę wegańską oraz wegetariańską. Po napoje roślinne często również sięgają osoby, chcące urozmaicić swoją dietę oraz uzupełnić niedobory pokarmowe w inny niż tradycyjny sposób.

Zamiennikiem mleka krowiego od wieków były napoje bazujące na soi, jednakże współcześnie wykorzystuje się znacznie większą grupę surowców roślinnych, m.in. orzechy laskowe, orzechy kokosowe, orzechy nerkowca, migdały, jadalne kasztany, nasiona sezamu czy konopi oraz liczne rośliny zbożowe, takie jak owies, orkisz, gryka, ryż, amarantus, kukurydza, czy komosa ryżowa [Hoffmann i Kostyra 2015].

Konsument, wybierając odpowiednie dla siebie napoje w proszku, kieruje się takimi cechami, jak: smak, barwa, rozpuszczalność, zwilżalność produktu oraz jego cena. Pożądany produkt końcowy powinien być łatwy w przygotowaniu, a jego dyspersja w cieczy – natychmiastowa. Ogromną rolę w tym przypadku odgrywa proces produkcji napoju roślinnego w proszku.

W związku z powyższym celem niniejszej pracy była ocena wybranych właściwości fizykochemicznych napojów roślinnych w proszku, istotnych zarówno dla konsumenta, jak i producenta, a także ocena sensoryczna produktów po procesie regeneracji w zakresie temperatur 20; 60; 90°C.

## 1. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiałem badawczym poddanym ocenie było 11 napojów roślinnych w proszku – Avena Oat (I); Avena Almond (II); Cocomi Coconut (III); Diet Food Coconut (IV); Topnatur Kokosowy (V); Naturo Kokos (VI); Naturo Ryż (VII); Naturo Soja (VIII); Mogador Ryżowy (IX); Mogador Sojowy (X); Mogador Gryczany (XI).

Szczegółową charakterystykę wartości odżywczej badanych produktów przedstawiono w tabeli 1, natomiast skład surowcowy – w tabeli 2.

Badania jakości fizykochemicznej obejmowały oznaczenia: oznaczenie początkowej zawartości wody, oznaczenie aktywności wody [AquaLab 4TE, wersja AS4], ocenę zwilżalności [PN-78/A-86030-3], oznaczenie gęstości luźnej i utręsionej [PN-ISO 8460-1999], wyznaczenie współczynnika Hausnera [Ruszkowska i Wiśniewska 2017], wyznaczenie indeksu Carra [Ruszkowska i Wiśniewska 2017], oznaczenie kąta nasypu i kąta zsypu [Ruszkowska i Wiśniewska 2017].

Analiza statyczna opracowania wyników badań obejmowała obliczenie podstawowych miar: wartości średniej, wariancji i odchylenia standardowego.

W celu weryfikacji istotności różnic ocenianych parametrów fizykochemicznych w badanych produktach przeprowadzono jednoczynnikową analizę

wariancji, stosując test Kruskala-Wallisa. Hipotezy statystyczne weryfikowano na poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

**Tabela 2**

Wartości odżywcze napojów roślinnych w proszku w 100 g proszku

Produkt	Wartości odżywcze w 100 g proszku							
	Wartość energetyczna [kcal]	Tłuszcz [g]	w tym nasycone kwasy tłuszczowe [g]	Węglowodany [g]	w tym cukry [g]	Białko [g]	Sól [g]	Błonnik [g]
Avena Oat (I)	424	9,2	1	79,2	24,3	4,5	0,2	---
Avena Almond (II)	481	20,5	1,9	59,6	15,6	13,4	0,3	---
Cocomi Coconut (III)	680	60	54	22	8	13	< 0,01	0,3
Diet Food Coconut (IV)	700	63	60	27	11	7	0,5	---
Topnatur Kokosowy (V)	532	32	30	61	36	< 0,5	0,03	---
Naturo Kokos (VI)	507	27	26	66	39	< 0,5	0,03	---
Naturo Ryż (VII)	462	21	20	62	25	1,7	0,03	9,3
Naturo Soja (VIII)	484	24	23	61	40	7	0,21	---
Mogador Ryżowy (IX)	480	22	4	68	8,1	2,4	0,4	---
Mogador Sojowy (X)	492	26	6,2	61	9	3,2	0,55	---
Mogador Gryczany (XI)	486	23	4,2	67	8,3	2,6	0,4	---

Źródło: na podstawie danych umieszczonych na opakowaniu jednostkowym.

W pracy dokonano również oceny sensorycznej napojów roślinnych w proszku, po procesie regeneracji, zgodnie z przepisem podanym przez producentów poszczególnych wyrobów na opakowaniu jednostkowym. Ocena sensoryczna przygotowanych napojów z badanych proszków została przeprowadzona przez wyszkolony zespół oceniających, który składał się z 30 osób. Każdy z oceniających otrzymał próbkę gotowego napoju w ilości ok 20 ml. Do oceny przygotowano 12 próbek, 11 z nich stanowiły użyte w badaniu napoje roślinne w proszku, produktem dwunastym było mleko krowie w proszku. Wybrani konsumenci poddawali ocenie następujące wyróżniki: zapach, smak, słodkość, posmak mleczny, posmak tłuszczowy, konsystencję, barwę i pożądalność produktu.

Tabela 2

Skład badanych napojów roślinnych w proszku

Produkt/Producent	Skład surowcowy napojów roślinnych w proszku
Avena Oat (I) <b>NUTRIOPS</b>	Owies instant (50%), maltodekstryna z kukurydzy, olej słonecznikowy, naturalny wyciąg roślinny, naturalny aromat waniliowy
Avena Almond (II) <b>NUTRIOPS</b>	Częściowo odtłuszczone migdały instant (60%), maltodekstryna z kukurydzy, syrop ryżowy, syrop z agawy, białko z grochu, olej migdałowy, naturalny aromat migdałowy
Cocomi Coconut (III) <b>RENUKA AGRI FOOD</b>	Miąszk kokosa (82%), maltodekstryna, białko roślinne, siarczan wapnia, regulator kwasowości – węglany sodu
Diet Food Coconut (IV) <b>MIPAMA</b>	97,5% biomleko kokosowe w proszku, 2% maltodekstryna, 0,5% biobłonnik z akacji
Topnatur Kokosowy (V) <b>TOPNATUR</b>	Tłuszcz kokosowy (32%), dekstroza, syrop glukozowy w proszku, emulgator E472e pochodzenia roślinnego, stabilizator – fosforan potasu, substancja przeciwzbrylająca – dwutlenek krzemu
Naturo Kokos (VI) <b>PolBioEco Polska Sp. z o.o.</b>	Dekstroza, tłuszcz kokosowy (29%), syrop glukozowy w proszku, emulgator – E472e pochodzenia roślinnego, stabilizator – fosforan potasu, aromaty
Naturo Ryż (VII) <b>PolBioEco Polska Sp. z o.o.</b>	Mąka ryżowa (23%), syrop glukozowy w proszku, tłuszcz kokosowy, dekstroza, inulina, emulgator E472e pochodzenia roślinnego, stabilizator – fosforan potasu, aromaty
Naturo Soja (VIII) <b>PolBioEco Polska Sp. z o.o.</b>	Dekstroza, tłuszcz kokosowy, syrop glukozowy w proszku, izolat białka sojowego (5%), mąka sojowa (3%), emulgator – E472e pochodzenia roślinnego, stabilizator – fosforan potasu
Mogador Ryżowy (IX) <b>MOGADOR</b>	Syrop glukozowy w proszku, częściowo utwardzony olej sojowy, mąka ryżowa 13%, słodzik – maltitol, regulator kwasowości – fosforan potasu, emulgator – mono i diglicerydy kwasów tłuszczowych, kazeinian sodu, substancja antyzbrylająca – tlenek krzemu, sól, stabilizator – karagen, aromat, barwnik – karoteny
Mogador Sojowy (X) <b>MOGADOR</b>	Syrop glukozowy w proszku, wsad sojowy 30% (częściowo utwardzony olej roślinny sojowy, białko sojowe, lecytyna sojowa) wapń (węglan wapnia), mieszanka witaminowa (witaminy C, B <sub>6</sub> , B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>12</sub> , niacyna, kwas pantotenowy, kwas foliowy, biotyna), regulator kwasowości – fosforan potasu, emulgator – mono i diglicerydy kwasów tłuszczowych, kazeinian sodu, substancja antyzbrylająca – tlenek krzemu, sól, aromat, barwnik – karoteny
Mogador Gryczany (XI) <b>MOGADOR</b>	Syrop glukozowy w proszku, częściowo utwardzony olej sojowy, mąka gryczana 7%, słodzik – maltitol, regulator kwasowości – fosforan potasu, emulgator – mono i diglicerydy kwasów tłuszczowych, kazeinian sodu, substancja antyzbrylająca – tlenek krzemu, sól, stabilizator – karagen, aromat, barwnik – karoteny

Źródło: na podstawie danych umieszczonych na opakowaniu jednostkowym.

W karcie oceny obowiązywała pięciostopniowa skala. Jeden oznaczało najniższą ocenę, a pięć – ocenę najwyższą. Każdemu wyróżnikowi przyporządkowano współczynnik ważkości (zapach – 0,2; smak – 0,2; słodkość – 0,1; posmak mleczny



– 0,1; posmak tłuszczowy – 0,1; konsystencja – 0,1; barwa – 0,1; pożądalność produktu – 0,1). Ogólny poziom jakości badanych napojów roślinnych określono na podstawie średniej oceny sensorycznej wszystkich charakteryzowanych wyróżników.

## 2. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

### 2.1. Oznaczanie zawartości wody

Woda wywiera istotny wpływ na jakość, wartość odżywczą i trwałość przechowywalniczą żywności.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż najniższą zawartością wody charakteryzował się produkt IV (*Diet Food Coconut*). Największą zawartość wody posiadał produkt VI (*Naturo Kokos*) (tab. 3). Oba te produkty jako główny surowiec zawierały kokos. Produkt IV zawierał w swoim składzie ok. 97% kokosa, a produkt VI tylko 29%.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że skład surowcowy ocenianych produktów i prawdopodobnie parametry procesu technologicznego miały znaczący wpływ na zawartość wody w produkcie. Analiza statystyczna wykazała brak statystycznie istotnych różnic zawartości wody w badanych produktach ( $P = 0,4405$ ).

**Tabela 3**

Zawartość wody w badanych proszkach

Produkt	Zawartość wody [%]	Wariancja	SD
Avena Oat (I)	2,65	0,0000	0,0006
Avena Almond (II)	2,59	0,0000	0,0050
Cocomi Coconut (III)	1,87	0,0000	0,0034
Diet Food Coconut (IV)	1,22	0,0000	0,0014
Topnatur Kokosowy (V)	4,40	0,0000	0,0039
Naturo Kokos (VI)	10,68	0,0072	0,0845
Naturo Ryż (VII)	5,15	0,0001	0,0094
Naturo Soja (VIII)	6,05	0,0001	0,0088
Mogador Ryżowy (IX)	3,25	0,0000	0,0033
Mogador Sojowy (X)	2,71	0,0000	0,0027
Mogador Gryczany (XI)	2,85	0,0000	0,0054

Źródło: badania własne.

## 2.2. Oznaczanie aktywności wody

Kolejnym ocenianym parametrem, determinującym trwałość przechowalniczą badanych napojów roślinnych w proszku, było oznaczenie aktywności wody (tab. 4). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że większość z badanych napojów roślinnych w proszku posiadała aktywność wody niższą niż 0,4. Najniższą aktywnością wody charakteryzował się produkt I (*Avena Oat*) oraz produkt tej samej marki II (*Avena Almond*). Z kolei najwyższą aktywnością wody charakteryzował się produkt VIII (*Naturo Soja*) – jako jedyny miał wartość tego parametru większą niż 0,4 (tab. 4).

Analiza statystyczna wykazała brak statystycznie istotnych różnic aktywności wody w badanych produktach ( $P = 0,4405$ ).

Wszystkie z badanych napojów w proszku posiadały aktywność wody poniżej 0,6, gwarantując tym samym stabilność mikrobiologiczną ocenianych produktów w proszku.

**Tabela 4**

Aktywność wody w badanych proszkach

Produkt	Aktywność wody	Wariancja	SD
Avena Oat (I)	0,2177	0,0000	0,0684
Avena Almond (II)	0,2333	0,0000	0,0593
Cocomi Coconut (III)	0,3029	0,0000	0,0516
Diet Food Coconut (IV)	0,2490	0,0003	0,0530
Topnatur Kokosowy (V)	0,3482	0,0000	0,0408
Naturo Kokos (VI)	0,3980	0,0000	0,0439
Naturo Ryż (VII)	0,3808	0,0000	0,0442
Naturo Soja (VIII)	0,4129	0,0000	0,0469
Mogador Ryżowy (IX)	0,3532	0,0000	0,0268
Mogador Sojowy (X)	0,2953	0,0004	0,0162
Mogador Gryczany (XI)	0,3162	0,0001	0,0076

Analiza statystyczna wykazała brak istotnych różnic w ocenianych parametrach ( $P = 0,4405$ ).

Źródło: badania własne.

## 2.3. Oznaczanie zwilżalności

Jedną z bardziej pożądanых przez konsumentów cech napojów roślinnych w proszku jest ich szybka zwilżalność i rozpuszczalność. Częstka proszku ulega najpierw zwilżeniu, następnie tonie i w końcu ulegając dyspersji, rozpuszcza się w cieczy [Palich 2006]. Pod pojęciem zwilżalności rozumie się szybkość, z jaką cząstki proszku zostają zwilżone na powierzchni wody.

Badane napoje roślinne w proszku poddane były ocenie czasu zwilżania w trzech różnych temperaturach wody, tj. w 20, 60 i 90°C (tab. 5). Większość producentów zaleca przygotowywanie napojów roślinnych w połączeniu z wodą przynajmniej o temperaturze 60°C, a najlepiej w temperaturze 90°C.

**Tabela 5**

Szybkość zwilżania badanych proszków

Produkt	Czas rozpuszczania proszków w poszczególnych temperaturach [s]		
	20°C	60°C	90°C
Avena Oat (I)	15	4	2
Avena Almond (II)	< 30	< 30	< 30
Cocomi Coconut (III)	< 30	18	13
Diet Food Coconut (IV)	< 30	< 30	9
Topnatur Kokosowy (V)	< 30	12	4
Naturo Kokos (VI)	< 30	12	4
Naturo Ryż (VII)	< 30	14	5
Naturo Soja (VIII)	< 30	15	3
Mogador Ryżowy (IX)	< 30	13	4
Mogador Sojowy (X)	< 30	< 30	21
Mogador Gryczany (XI)	< 30	11	3

Analiza statystyczna wykazała brak istotnych różnic w ocenianych parametrach ( $P = 0,4405$ ).

Źródło: badania własne.

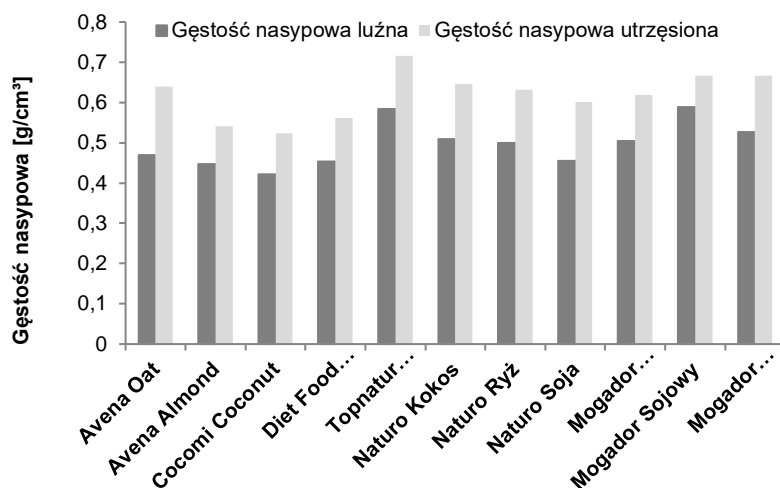
Na podstawie przeprowadzonej oceny zwilżalności stwierdzono, że tylko produkt I (*Avena Oat*) uległ zwilżeniu poniżej 30 sekund w temperaturze wody 20°C. Produkt II (*Avena Almond*) jako jedyny nie uległ zwilżeniu w żadnej z badanych temperatur, tym samym wskazując na słabą rozpuszczalność tego produktu. Według Domian [2005b] produkty rozpuszczające się błyskawicznie, tj. mające cechy instant, muszą zwilżać się w czasie poniżej 15 sekund.

Porównując czas zwilżania innych produktów sypkich, stwierdzono, że oceniane napoje roślinne w proszku charakteryzowały się dobrą zwilżalnością. Według Poszytek i Lenarta [2005] czas zwilżalności kaszek mleczno-zbożowych wynosił powyżej 300 sekund. Z kolei według Ruszkowskiej i Wiśniewskiej [2017] produkt tego samego typu – proszek napój owsiany Bios – rozpuścił się w temperaturze 60°C w czasie 21 sekund.

## 2.4. Oznaczanie gęstości nasypowej luźnej i utręsionej

Wartość gęstości nasypowej wiąże się w dużej mierze z właściwościami fizycznymi cząstek produktu. Im produkt jest bardziej sypki, tym większa jest wartość gęstości nasypowej zarówno luźnej, jak i utręsionej.

Na podstawie przeprowadzonej oceny stwierdzono, że produkt V (Topnatur Kokosowy) oraz produkty marki Mogador (IX–XI) charakteryzowały się najwyższą wartością gęstości nasypowej luźnej i utrząsionej. Produkt III (*Cocomi Coconut*), który charakteryzował się bardzo spójną strukturą, uzyskał najniższą wartość gęstości nasypowej zarówno luźnej, jak i utrząsionej (rys. 1).



Rys. 1. Gęstość luźna i utrząsiona badanych napojów roślinnych w proszku

Źródło: badania własne.

## 2.5. Wyznaczanie współczynnika Hausnera (HR)

Współczynnik Hausnera stanowi parametr, charakteryzujący sypkosć produktów spożywczych w proszku. W przypadku współczynnika Hausnera, jeżeli jest on większy od 1,4, to proszek jest dość spójny. Jeżeli parametr jest mniejszy niż 1,25, to badany produkt cechuje się dobrą sypkością [Domian 2005a].

Klasyfikację sypkości proszków na podstawie wartości współczynnika Hausnera (HR) według Samborskiej i in. [2011] przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6

Klasyfikacja sypkości proszków na podstawie wartości współczynnika Hausnera (HR)

Wartość współczynnika Hausnera HR	Kohezyjność
<1,2 niska	Niska
1,2–1,4 średnia	Średnia
>1,4 wysoka	Wysoka

Źródło: Samborska i in. 2011.

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały bardzo dużą rozbieżność w sypkości ocenianych napojów roślinnych w proszku. Połowa z ocenianych produktów charakteryzowała się wartością współczynnika Hausnera większą niż 1,25, ale mniejszą niż 1,4 (tab. 7).

**Tabela 7**

Współczynnik Hausnera badanych proszków

Produkt	Współczynnik Hausnera [-]	Wariancja	SD
Avena Oat (I)	1,36	0,0001	0,0116
Avena Almond (II)	1,21	0,0003	0,0168
Cocomi Coconut (III)	1,24	0,0013	0,0365
Diet Food Coconut (IV)	1,24	0,0010	0,0321
Topnatur Kokosowy (V)	1,23	0,0004	0,0206
Naturo Kokos (VI)	1,27	0,0004	0,0186
Naturo Ryż (VII)	1,26	0,0005	0,0233
Naturo Soja (VIII)	1,32	0,0022	0,0467
Mogador Ryżowy (IX)	1,23	0,0004	0,0202
Mogador Sojowy (X)	1,13	0,0000	0,0000
Mogador Gryczany (XI)	1,27	0,0000	0,0000

Źródło: badania własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż były to produkty, wykazujące średnią sypkość. Sześć produktów posiadało współczynnik mniejszy niż 1,25, co oznacza, iż były to produkty sypkie. Najmniejszą wartością tego współczynnika charakteryzował się napój X (Mogador Sojowy). Z kolei największą wartość współczynnika Hausnera uzyskano w napoju I (*Avena Oat*). Jego konsystencja wydawała się być zwarta, dość wilgotna oraz nierozsypująca się.

## 2.6. Wyznaczanie indeksu Carra ( $I_c$ )

Indeks Carra mówi o sypkości proszku. Wartości współczynnika Carra ( $I_c$ ), mieszczące się w odpowiednich zakresach, określają sypkość danego materiału jako: bardzo dobrą ( $I_c < 18$ ), średnią ( $I_c < 18-25$ ), słabą ( $I_c < 25-30$ ), bardzo słabą ( $I_c < 30$ ) [Domian 2005a].

Na podstawie przeprowadzonych badań (tab. 8) stwierdzono, że najniższą wartość indeksu Carra miał napój X (Mogador Sojowy). Produkt ten charakteryzował się najlepszym płynięciem spośród wszystkich przebadanych produktów. Również napój II (*Avena Almond*) mieścił się w przedziale poniżej 18, w związku z tym określono go jako napój o bardzo dobrej sypkości. Prawie wszystkie napoje można było scharakteryzować jako napoje o średniej sypkości i bardziej kohezyjne niż produkt X (Mogador Sojowy).

**Tabela 8**Indeks Carra ( $I_c$ ) badanych proszków

Produkt	Indeks Carra [%]	Wariancja	SD
Avena Oat (I)	26,55	0,3904	0,6248
Avena Almond (II)	17,16	1,3312	1,1538
Cocomi Coconut (III)	19,44	5,7870	2,4056
Diet Food Coconut (IV)	19,37	4,2182	2,0538
Topnatur Kokosowy (V)	18,43	1,8454	1,3585
Naturo Kokos (VI)	21,18	1,3163	1,1473
Naturo Ryż (VII)	20,83	2,0833	1,4434
Naturo Soja (VIII)	24,24	6,8871	2,6243
Mogador Ryżowy (IX)	18,48	1,7765	1,3329
Mogador Sojowy (X)	11,76	0,0000	0,0000
Mogador Gryczany (XI)	21,05	0,0000	0,0000

*Źródło: badania własne.*

## 2.7. Oznaczanie kąta nasypu

Kąt nasypu jako wskaźnik sypkości proszków opisuje kąt zawarty pomiędzy tworzącą a podstawą stożka pryzmy swobodnie nasypanego proszku. Niska wartość kąta nasypu informuje o dużej sypkości proszku.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najwyższą wartością kąta nasypu charakteryzowały się napoje marki Avena (I–II), Cocomi (III) oraz Diet Food (IV). Ich wartość wyniosła powyżej 60° (tab. 9).

**Tabela 9**

Kąt nasypu badanych proszków

Produkt	Kąt nasypu [°]	Wariancja	SD
Avena Oat (I)	64,52	1,3857	1,1772
Avena Almond (II)	61,78	0,4636	0,6809
Cocomi Coconut (III)	61,93	0,4625	0,6800
Diet Food Coconut (IV)	67,06	0,0785	0,2802
Topnatur Kokosowy (V)	54,75	0,1935	0,4399
Naturo Kokos (VI)	56,18	0,4735	0,6881
Naturo Ryż (VII)	55,01	0,0000	0,0000
Naturo Soja (VIII)	56,98	0,0000	0,0000
Mogador Ryżowy (IX)	54,63	0,4312	0,6567
Mogador Sojowy (X)	56,31	0,2085	0,4566
Mogador Gryczany (XI)	55,27	0,2009	0,4482

Analiza statystyczna wykazała brak istotnych różnic w ocenianych parametrach ( $P = 0,4405$ ).

*Źródło: badania własne.*

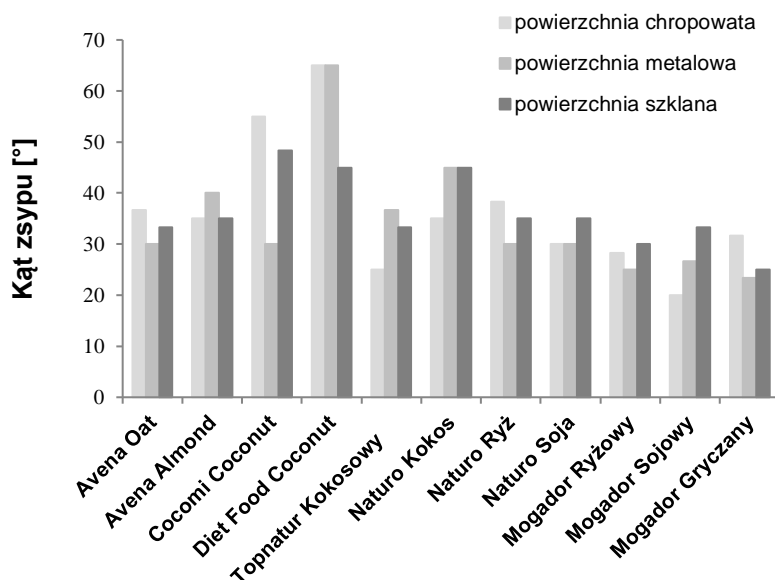
Najniższą wartością charakteryzowały się produkty marki Topnatur (V) oraz Mogador (IX–XI). Analiza statystyczna wykazała brak statystycznie istotnych różnic wartości kąta nasypu w badanych produktach ( $P = 0,4405$ ).

W przypadku innych produktów, których wartości dostępne są w literaturze przedmiotu, kąt nasypu wynosił odpowiednio: pszenżyto krakowiak  $53,7^\circ$  [Warechowska, Warechowski i Domska 2005], napój owsiany Bios  $46^\circ$  [Ruszkowska i Wiśniewska 2017].

## 2.8. Oznaczanie kąta zsypu

Kolejnym ocenianym parametrem, powiązaniem z płynięciem proszków, był kąt zsypu. W badaniach zostały użyte trzy powierzchnie zsypu: chropowata, metalowa oraz szklana.

Na rysunku 2 przedstawiono uzyskane wartości kąta zsypu produktów z poszczególnych ocenianych powierzchni.



**Rys. 2.** Kąt zsypu badanych produktów z trzech różnych struktur powierzchni

Źródło: badania własne.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że powierzchnia oraz właściwości mechaniczne proszków mają bardzo duże znaczenie podczas zsypania się produktów. Najmniejszy kąt zsypu miały produkty o konsystencji kaszy

manny, tj. Topnatur Kokosowy (V) oraz produkty marki Mogador (IX–XI). Największym kątem zsypu charakteryzowały się: produkt Diet Food Coconut (IV), Cocomi Coconut (III) oraz Naturo Kokos (VI) (rys. 2). Sympkość tych trzech produktów warunkowana była prawdopodobnie ich składem surowcowym, ponieważ te produkty wykonano z orzecha kokosowego i nie mają wzorcowej konsystencji proszku, prawdopodobnie ze względu na duży wymiar cząstek surowca. Powierzchnią, z której najszybciej zsypywały się produkty, była powierzchnia metalowa.

## 2.9. Ocena sensoryczna napojów roślinnych

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że przeszkolony zespół ocenających najwyżej ocenił barwę przygotowanych produktów. Najgorzej oceniony został smak produktów.

W tabeli 10 przedstawiono średnią ocenę poszczególnych wyróżników jakości sensorycznej, jaką przyznali ocenający.

Na podstawie uzyskanych wyników oceny sensorycznej stwierdzono, że najwyżej oceniony pod kątem zapachu został produkt Cocomi Coconut (III) (tab. 10). Produkt ten zarówno w postaci sproszkowanej, jak i w postaci napoju gotowego charakteryzował się bardzo intensywnym kokosowym zapachem, który wyczuwalny był nawet z dalszej odległości. Produkt ten również został najwyżej oceniony pod kątem smaku.

Producent na opakowaniu podał różne ilości wody możliwe do przygotowania gotowego produktu. Do oceny sensorycznej została użyta pośrednia, zalecana przez producenta ilość wody, co może utwierdzać, że nawet w przypadku większego rozcieńczenia proszku będzie on spełniał wymagania konsumentów.

Posmak mleczny, którego szukają w zamiennikach mleka krowiego osoby nietolerujące laktozy, najbardziej wyczuwalny był również w tym produkcie. Jednakże nie zawsze osoby sięgające po napoje roślinne oczekują posmaku mlecznego, tylko konkretnego smaku głównego surowca, np. migdałów czy kokosa. W ankiecie najwięcej uwag odnoszących się do barwy dotyczyło produktów marki Avena. Zarówno postać sproszkowana, jak i gotowy napój charakteryzowały się odmienną barwą, ciemną, szarawą, brązową. Prawdopodobnie wynikać to mogło z surowców głównych, które zostały użyte do produkcji napojów. Zarówno migdały, jak i owies w porównaniu z ryżem czy kokosem mają w postaci nieprzetworzonej barwę żółtawą lub brązową.

Zespół ocenających najwyższej ogólną jakość przypisał produktowi Cocomi Coconut. Niemniej jednak końcowa średnia ocena poziomu jakości, stanowiąca wypadkową średniej ocen ze wszystkich atrybutów oceny sensorycznej, przeprowa-



dzoney przez zespół oceniających, wykazała, że najlepszą oceną charakteryzował się produkt Topnatur Kokosowy (V). Oceny te przedstawiono w tabeli 11.

**Tabela 10**

## Ocena sensoryczna badanych napojów

Produkt	Zapach	Smak	Słodkość	Posmak mleczny	Posmak tłuszczowy	Barwa	Uwagi dot. barwy	Konsystencja	Pożądalność
Avena Oat (I)	3,33	2,20	2,47	2,47	1,60	2,40	Ciemna, mętna, brązowa	2,67	2,53
Avena Almond (II)	2,07	1,60	1,47	2,13	2,13	2,20	Szara	2,53	1,87
Cocomi Coconut (III)	4,40	3,40	3,07	3,53	2,80	3,40	Widoczne oczka tłuszczu	3,00	3,73
Diet Food Coconut IV)	3,20	2,67	2,53	2,93	2,53	3,60	Niejednolita	3,27	3,00
Topnatur Kokosowy (V)	3,73	3,33	4,00	3,20	2,60	4,00	---	3,33	3,40
Naturo Kokos (VI)	3,13	2,80	3,53	2,73	2,53	3,53	---	3,46	3,13
Naturo Ryż (VII)	2,53	1,73	2,27	3,13	3,00	3,40	---	3,20	1,87
Naturo Soja (VIII)	2,33	2,20	2,20	2,73	2,20	3,13	---	2,87	2,40
Mogador Ryżowy (IX)	2,27	2,60	2,80	3,73	3,27	3,33	---	3,07	2,60
Mogador Sojowy (X)	2,13	1,67	1,73	2,40	2,80	2,53	---	2,47	1,73
Mogador Gryczany (XI)	2,93	3,00	3,13	3,13	2,60	2,87	---	2,67	2,53
Avena Oat (I)	2,40	2,13	2,53	3,40	2,80	2,33	---	1,47	2,20

Źródło: badania własne.

**Tabela 11**

## Średnia ocena sensoryczna badanych napojów

Produkt	Avena Oat I	Avena Almond II	Cocomi Coconut III	Diet Food Coconut IV	Topnatur Kokosowy V	Naturo Kokos VI	Naturo Ryż VII	Naturo Soja VIII	Mogador Ryżowy IX	Mogador Sojowy X	Mogador Gryczany XI	Mleko krowie XII
Średnia ocena	2,46	2,00	3,42	2,97	3,45	2,76	2,64	2,51	2,96	2,18	2,47	2,41

Źródło: badania własne.

## PODSUMOWANIE

Przeprowadzona w niniejszej pracy ocena napojów roślinnych w proszku wykazała różnice we właściwościach fizykochemicznych badanych produktów. Oceniane produkty miały heterogeniczny skład surowcowy i cechowały się różnymi parametrami fizykochemicznymi. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartość i aktywność wody determinowana była procesem produkcyjnym i składem surowcowym napojów roślinnych w proszku. Różnice w składzie surowcowym prawdopodobnie warunkowały wartości wszystkich ocenianych parametrów fizykochemicznych.

Ocena wybranych parametrów fizykochemicznych wykazała, że napoje roślinne w proszku charakteryzowały się dobrą kohezynnością i sypkością. Zwilżalność badanych produktów determinowana była temperaturą wody użytej do odtworzenia proszku badanych napojów roślinnych. W ramach przeprowadzonej oceny zwilżalności stwierdzono, że jedynie produkt I (*Avena Oat*) posiadał cechy produktu instant. Na podstawie przeprowadzonej oceny sensorycznej stwierdzono, że dostępne na rynku polskim napoje roślinne w proszku charakteryzują się dobrą jakością sensoryczną.

## BIBLIOGRAFIA

1. Domian E., *Sypkość aglomerowanej modelowej żywności w proszku*, Acta Agrophysica, 2005a, 6(3).
2. Domian E., *Właściwości fizyczne modelowej żywności w proszku w aspekcie metody aglomeracji*, Acta Agrophysica, 2005b, 45, s. 87–97.
3. Hoffmann M., Kostyra E., *Postępy techniki przetwórstwa spożywczego*, Czasopismo Recenzowane Wyższej Szkoły Menedżerskiej w Warszawie, 2015, 1.
4. Palich P., *Podstawy technologii i przechowywania żywności*, Wydawnictwo Akademii Morskiej w Gdyni, Gdynia 2006.
5. PN-ISO 8460-1999, *Kawa rozpuszczalna – Oznaczanie gęstości nasypowej swobodnej i gęstości nasypowej ubitej*.
6. PN-78/A-86030-3, *Mleko i produkty suszone. Proszek mleczny*.
7. Poszytek K., Lenart A., *Wpływ aglomeracji na właściwości fizyczne kaszek mleczno-zbożowych w proszku dla dzieci*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, Warszawa, 2005, 2(43) Supl.
8. Ruszkowska M., Wiśniewska A., *Ocena wybranych napojów roślinnych w proszku – charakterystyka właściwości fizykochemicznych*, Zeszyty Naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, 2017, 99.

9. Samborska K., Choromańska A., Witrowa-Rajchert D., Bakier S., *Suszenie rozpyłowe miodu pszczelego z maltodekstryną*, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2011, 1, s. 19–23.
10. Warechowska M., Warechowski J., Domska D., *Wpływ odmiany pszenżyta na wybrane właściwości fizyczne rozdrobnionego ziarna*, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Ergonomii i Technologii Surowców Naturalnych, Katedra Inżynierii i Aparatury Procesowej, Olsztyn 2005.

## ASSESSMENT OF PHYSICOCHEMICAL AND SENSORY DRINKS PLANT POWDER

**Abstract:** The aim of the study was to evaluate selected physicochemical and sensory properties of powdered plant drinks. The research material was 11 plant powdered drinks – Avena Oat (I); Avena Almond (II); Cocomi Coconut (III); Diet Food Coconut (IV); Topnatur Kokosowy (V); Naturo Coconut (VI); Naturo Rice (VII); Naturo Soy (VIII); Mogador Rice (IX); Mogador Soy (X); Mogador Buckwheat (XI).

The research methodology included: determination of the initial water content, water activity, evaluation of wettability, determination of loose and tapped density, determination of the Hausner's coefficient, determination of the Carr index, determination of the angle of embankment and the angle of dumping. The study also performed a sensory evaluation of powdered plant drinks, after the regeneration process, in accordance with the recipe provided by the producers of individual products on the unit packaging. The sensory evaluation was performed by a 30-person, trained panel of evaluators.

On the basis of the conducted research, it was found that the products were characterized by a different composition of raw materials and the assessed physicochemical parameters. The evaluation of wettability carried out in the research proved that, apart from product I (Avena Oat), all evaluated plant powdered drinks were characterized by poor wettability in the temperature range covering the research methodology (20°C; 60°C; 90°C). The conducted sensory evaluation showed that, in the opinion of the evaluation team, the product Topnatur Kokosowy (V) had the best overall quality.

**Keywords:** drink vegetable powder, wettability, loose and tapped density, Hausner's factor, Carr index.

# ZMIANY JAKOŚCI SENSORYCZNEJ MASŁA W CZASIE PRZECHOWYWANIA W WYBRANYCH WARUNKACH

**Jerzy SZAKIEL**

Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Instytut Nauk o Jakości i Zarządzania Produktem,  
Katedra Jakości i Bezpieczeństwa Produktów Przemysłowych,  
e-mail: jerzy.szakiel@uek.krakow.pl

**Streszczenie:** Celem przeprowadzonych badań było określenie kierunku zmian sensorycznych cech masła, przechowywanego w wybranych warunkach: zamknięty pojemnik w temperaturze pokojowej, zamknięty pojemnik w temperaturze 5°C, produkt zanurzony w wodzie w temperaturze pokojowej.

Uzyskane wyniki wskazują, że najmniejsze nasilenie zmian cech sensorycznych masła zachodzi podczas przechowywania w temperaturze 5°C w zamkniętym pojemniku oraz w zanurzeniu w wodzie.

Przeprowadzone badania stanowią podstawę do opracowania założeń innowacyjnego opakowania do przechowywania masła, które umożliwi zminimalizowanie niekorzystnych zmian jakości sensorycznej produktu poprzez jego przechowywanie w zanurzeniu w wodzie (ograniczającej dostęp tlenu i tym samym procesy utleniania) w temperaturze pokojowej (co ułatwi rozsmarowywanie produktu).

**Słowa kluczowe:** analiza sensoryczna, masło, jakość sensoryczna, przechowywanie.

## WSTĘP

Masło, należące do szerokiej grupy produktów mleczarskich, jest szczególnie zalecane jako składnik codziennej diety ze względu na jego bardzo wysoką strawność oraz przyswajalność zawartych w nim składników bioaktywnych [Barłowska i Litwińczuk 2009]. Masło jest źródłem tłuszczu mlekowego, którego profil kwasów tłuszczowych wskazuje na potencjalnie korzystne oddziaływanie na organizm człowieka [Stołyhwo i Rutkowska 2007; Żebrowska, Bonczar i Molik 2009].

Ze względu na skład chemiczny masło jest podatne na występowanie w czasie przechowywania niekorzystnych zmian, uwarunkowanych głównie procesami hydrolizy i utleniania [Staniewski 2009]. Przemiany hydrolityczne prowadzą do zmiany kwasowości produktów mleczarskich oraz wywołują niekorzystne zmiany sensoryczne, wynikające z uwalniania się kwasu masłowego i kapronowego [Gawęcka i Szlachta 2006; Fearon 2011].

Przemiany oksydacyjne, przede wszystkim procesy autooksydacji, powodują powstawanie wolnych rodników nadtlenkowych, tlenowych i wodoronadtlenkowych. Jeżeli przechowywany produkt jest narażony na działanie światła, to wówczas dodatkowo w procesach fotoutleniania powstają wodoronadtlenki, które nie zmieniają wprawdzie właściwości sensorycznych, jednakże uwalniające się równocześnie aldehydy i ketony powodują powstawanie wad smaku, tzw. jełkości oksydacyjnej. Powyższe przemiany zachodzą zarówno w czasie procesów przechowywania w łańcuchu logistycznym (gdzie odpowiednio dobrane warunki mikroklimatyczne minimalizują zachodzące zmiany), jak i po dotarciu do konsumenta. Docelowo odbiorca, indywidualnie dobierając warunki przechowywania w sposób najbardziej dla siebie dogodny, również może powodować obniżenie jakości produktu zarówno w aspekcie cech sensorycznych, jak i zdrowotnych. Konsumenti najczęściej wybierają jedną z dwóch popularnych metod przechowywania masła – przechowywanie w obniżonej temperaturze (ok. 5°C), co pozwala na spowolnienie zmian starzeniowych, lub przechowywanie w temperaturze pokojowej, co przyspiesza niekorzystne procesy hydrolizy i utleniania, lecz pozwala na zachowanie znacznie niższej twardości produktu, ułatwiającej rozsmarowywanie.

W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki sensorycznej oceny zmian zapachu, barwy i smaku, uwarunkowanych starzeniem się masła przechowywanego w obniżonej temperaturze (ok. 5°C), w temperaturze pokojowej w szklanym naczyniu (maselnicze) oraz masła przechowywanego w zanurzeniu w wodzie w temperaturze pokojowej.

## 1. CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem prezentowanych badań jest określenie wpływu poszczególnych metod przechowywania masła na wybrane cechy sensoryczne produktu. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do opracowania założeń innowacyjnego opakowania do przechowywania masła, które umożliwi zminimalizowanie niekorzystnych zmian jakości sensorycznej produktu.

W celu dokonania oceny pilotażowej jako materiał badawczy wykorzystano ogólnodostępny w handlu produkt jednego z wiodących producentów krajowych.

Badania zostały przeprowadzone po siedmiodniowym przechowywaniu masła trzema metodami:

- w zamkniętym pojemniku w obniżonej temperaturze (ok. 5°C);
- w zamkniętym pojemniku w temperaturze pokojowej;
- w zanurzeniu w wodzie w temperaturze pokojowej.

Badania sensoryczne wykonano przy wykorzystaniu laboratoryjnej oceny dyskryminacyjnej metodą trójkątową oraz z użyciem metody QDA.

## 2. ZESPÓŁ WYBRANYCH OCENIAJĄCYCH

Najważniejszym czynnikiem, umożliwiającym uzyskanie precyzyjnych wyników, jest zespół sensoryczny. Zespół ten, po przejściu odpowiedniego szkolenia i treningu, jest w stanie dostarczyć wnikliwych i precyzyjnych informacji o sensorycznej jakości produktu, będącego przedmiotem oceny. Zespół jest poddawany kalibracji i monitoruje się rzetelność jego wyników tak samo jak w innych dziedzinach analityki. W przypadku analizy sensorycznej rolę kalibracji „instrumentu pomiarowego” pełnią odpowiednie standardowe procedury selekcji wstępnej kandydatów na oceniających, szkolenie i trening. Procedury z tego zakresu ujęte są w normach międzynarodowych ISO oraz krajowych PN.

Należy podkreślić, że w analizie sensorycznej instrumentem pomiarowym jest zespół, a nie indywidualna osoba oceniająca, dlatego za wynik jednostkowy przyjmuje się zawsze wynik średni zespołu oceniającego, nie zaś wynik pojedynczego członka zespołu. Takie postępowanie uzasadnione jest faktem, że pewna indywidualna zmienność reakcji zmysłowych ludzi – nawet specjalnie wybranych i wyszkolonych do prowadzenia ocen sensorycznych – jest nieodłączną cechą funkcjonowania aparatu sensorycznego człowieka.

Badania zostały przeprowadzone przez 11 wybranych oceniających, wchodzących w skład Zespołu Sensorycznego, działającego przy Oddziale Krakowskim Polskiego Towarzystwa Towaroznawczego. Wszyscy członkowie zespołu odbyli wcześniej szkolenia w zakresie wykorzystywanych metod ocen sensorycznych oraz zostali wyselekcjonowani ze względu na wysoką wrażliwość w zakresie zmysłu smaku i powonienia.

Procedurę wyboru i selekcji kandydatów do zespołu oceniającego, który dokonywał oznaczeń terenowych, oparto na wymaganiach norm:

- PN-EN ISO 8586:2014-03, *Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania wybranych oceniających i ekspertów oceny sensorycznej*;
- PN-ISO 5496:1997, *Analiza sensoryczna. Metodologia. Wprowadzenie i szkolenie oceniających w wykrywaniu i rozpoznawaniu zapachów*;
- PN-EN ISO 4120:2007, *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metoda trójkątowa*;
- PN-EN ISO 5492:2009, *Analiza sensoryczna. Terminologia*;
- ISO 13300-2:2006, *Sensory analysis – General guidance for the staff of a sensory evaluation laboratory – Part 2: Recruitment and training of panel leaders*.

### 3. LABORATORYJNE BADANIA DYSKRYMINACYJNE

Celem oceny laboratoryjnej było zbadanie, czy istnieją statystycznie istotne, dostrzegalne różnice w zakresie zapachu, barwy i smaku pomiędzy próbkami przechowywanymi w odmiennych warunkach mikroklimatycznych.

Badania sensoryczne zostały wykonane przez 11-osobowy zespół wybranych oceniających przy wykorzystaniu metody trójkątowej, zgodnie z zapisami normy [PN-EN ISO 4120:2007].

Badaniom poddano trzy zestawy próbek w trzech niezależnych seriach badań, podczas których oceniano zapach, barwę oraz smak. Próbkę były prezentowane oceniającym w jednorazowych pojemnikach przy świetle maskującym podczas oceny zapachu i smaku, natomiast ocena barwy została wykonana przy oświetleniu o barwie 6500K i współczynniku odwzorowania barw CRI > 92.

Badania przeprowadzono przy wykorzystaniu trzech sekwencji próbek, których skład zaprezentowano w tabeli 1, natomiast uzyskane wyniki zebrano w tabelach 2–4.

**Tabela 1**

Skład zestawów próbek poddanych ocenie Zespołu Sensorycznego

Numer sekwencji próbki	Pochodzenie próbki 1	Pochodzenie próbki 2	Pochodzenie próbki 3
1	Pojemnik zamknięty (temp. 20°C)	Pojemnik zamknięty (temp. 5°C)	Pojemnik zamknięty (temp. 20°C)
2	Zanurzenie w wodzie (temp. 20°C)	Pojemnik zamknięty (temp. 5°C)	Pojemnik zamknięty (temp. 5°C)
3	Zanurzenie w wodzie (temp. 20°C)	Zanurzenie w wodzie (temp. 20°C)	Pojemnik zamknięty (temp. 20°C)

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 2**

Liczba wskazań danej próbki jako różniącej się od pozostałych elementów zestawu pod względem zapachu

Numer prezentowanego zestawu	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3
1	3	7	1
2	4	3	4
3	0	1	10

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 3**

Liczba wskazań danej próbki jako różniacej się od pozostałych elementów zestawu pod względem barwy

Numer prezentowanego zestawu	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3
1	1	8	2
2	3	5	3
3	0	2	9

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 4**

Liczba wskazań danej próbki jako różniacej się od pozostałych elementów zestawu pod względem smaku

Numer prezentowanego zestawu	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3
1	2	8	1
2	6	3	2
3	1	3	7

Źródło: opracowanie własne.

Zgodnie z normą [PN-EN ISO 4120:2007], dla 11 ocen, przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ , minimalna liczba poprawnych wskazań, świadcząca o występowaniu istotnej statystycznie różnicy, wynosi 7 (w tabelach 2–4 zastosowano jasnoszare tło dla wskazań istotnych statystycznie). Analizując wyniki zestawione w powyższych tabelach, można zauważyć, że zespół wybranych oceniających nie był w stanie dokonać rozróżnienia pomiędzy produktem przechowywanym w zamkniętym pojemniku w temperaturze 5°C a produktem przechowywanym w zanurzeniu w wodzie w temperaturze pokojowej na podstawie żadnego z trzech kryteriów poddanych ocenie, pomimo dużej liczby prawidłowych wskazań na próbkę odróżniającą się dla smaku oraz barwy.

Dla wszystkich trzech rozpatrywanych cech: zapachu, barwy oraz smaku zespół wybranych oceniających wskazał na występowanie statystycznie istotnej różnicy pomiędzy próbkami przechowywanymi w wodzie w temperaturze pokojowej w stosunku do próbek przechowywanych w zamkniętym pojemniku w temperaturze pokojowej, jak i próbkami przechowywanymi w zamkniętym pojemniku w temperaturze 5°C w stosunku do próbek przechowywanych w pojemniku zamkniętym w temperaturze 20°C.



Uzyskane wyniki wskazują, że przechowywanie masła w zanurzeniu w wodzie w temperaturze pokojowej powoduje zachowanie właściwości sensorycznych porównywalnych z masłem przechowywanym w zamkniętym pojemniku w temperaturze obniżonej do 5°C. Przechowywanie próbek w zamkniętym pojemniku w temperaturze pokojowej spowodowało wystąpienie istotnych różnic w porównaniu z pozostałymi metodami przechowywania.

#### 4. PROFIL SENSORYCZNY MASŁA

Koncepcja analizy profilu sensorycznego powstała pod koniec lat 40. ubiegłego wieku w jednej z firm konsultingowych w USA (Arthur D. Little Inc.), która zawodowo zajmowała się doradztwem w zakresie analizy sensorycznej. Nowa metoda została po raz pierwszy opublikowana przez jej twórców – ówczesnych pracowników tej firmy. Profil smakowy określono w wyniku dyskusji i uzgodniono w ramach konsensusu przez kilku (zwykle 4–6) odpowiednio przygotowanych asesorów, pracujących pod kierunkiem lidera grupy.

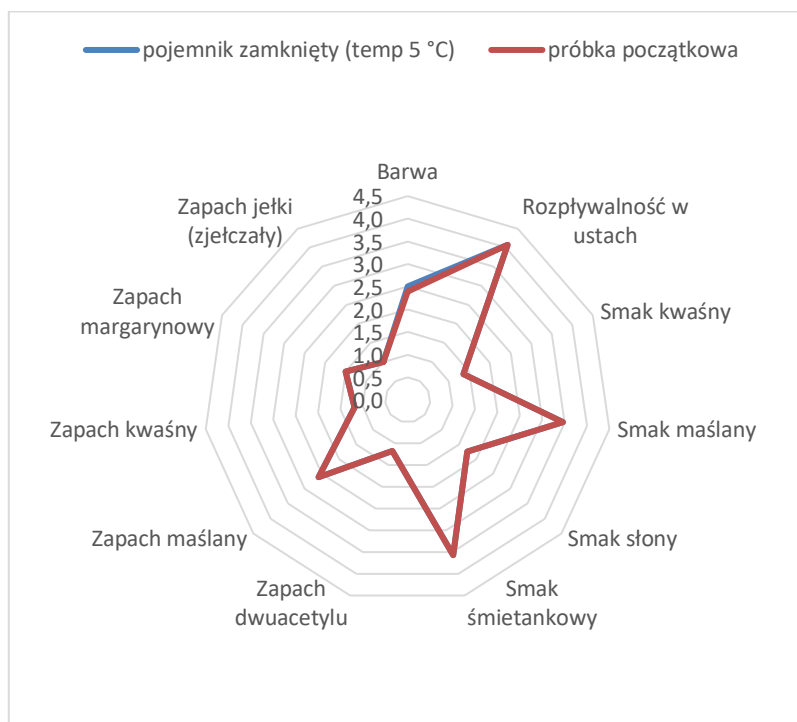
Kamieniem milowym w rozwoju i popularyzacji analizy profili sensorycznych w latach 70. było przygotowanie i opublikowanie bardziej formalnej i nowoczesnej wersji metody, pozwalającej na statystyczną interpretację wyników. Wersja ta została nazwana ilościową analizą opisową (*Quantitative Descriptive Analysis* – QDA), ogólnie przyjętą jako podstawowa wersja metody sensorycznej analizy opisowej.

Metoda QDA ma ogromne znaczenie praktyczne i jest szeroko stosowana przez różne firmy do opracowywania nowych produktów i porównywania własnych produktów z konkurencją, śledzenia zmian sensorycznych w procesie technologicznym i podczas przechowywania oraz do wielu innych celów samodzielnie lub w połączeniu z oceną akceptacji i preferencji konsumentów. Wykorzystywana jest również w badaniach do śledzenia zmian jakości sensorycznej pod wpływem różnych czynników [Baryłko-Pikielna i Matuszewska 2009]. W metodzie QDA liczba członków zespołu oceniającego jest generalnie większa niż w przypadku profilowania przez konsensus i wynosi zwykle 8–12 osób.

Pierwszym etapem procedury jest stworzenie zestawu deskryptorów (cech, parametrów), odnoszących się do badanej grupy produktów. W to zadanie zaangażowani są wszyscy członkowie zespołu, każdy pracuje indywidualnie. W kolejnym etapie wybrane przez zespół deskryptory są omawiane i porządkowane pod kierunkiem lidera zespołu, a następnie przygotowana jest wstępna lista deskryptorów. Kolejno jest przedstawiana zespołowi w celu dalszego wyjaśnienia, zdefiniowania deskryptorów i przeszkolenia zespołu w posługiwaniu się skalą, zwykle w połączeniu z prezentacją próbek referencyjnych dla każdego deskryptora. Następnie

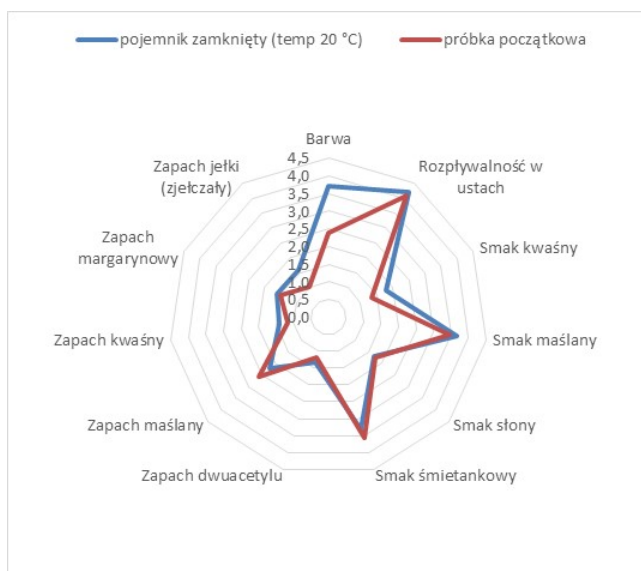
testowane produkty są wielokrotnie oceniane, zgodnie z ustalonym planem oceny. W trakcie badań deskryptory oceniano ilościowo (pod względem intensywności) na skalach liniowych z zadanymi definicjami granic. Wszystkie oceny zostały przeprowadzone przez wybraną grupę starannie dobranych asesorów. Następnie przeanalizowano wszystkie wyniki uzyskane z indywidualnych ocen.

Na rysunkach 1–3 zaprezentowano profile sensoryczne masła przechowywanego w zamkniętym pojemniku w temperaturze 5°C, w zamkniętym pojemniku w temperaturze pokojowej oraz zanurzonego w wodzie w temperaturze pokojowej. Profile sensoryczne masła po siedmiodniowym okresie przechowywania w określonych warunkach zaprezentowano na tle profilu, wykonanego bezpośrednio po nabyciu produktu jako profilu odniesienia.



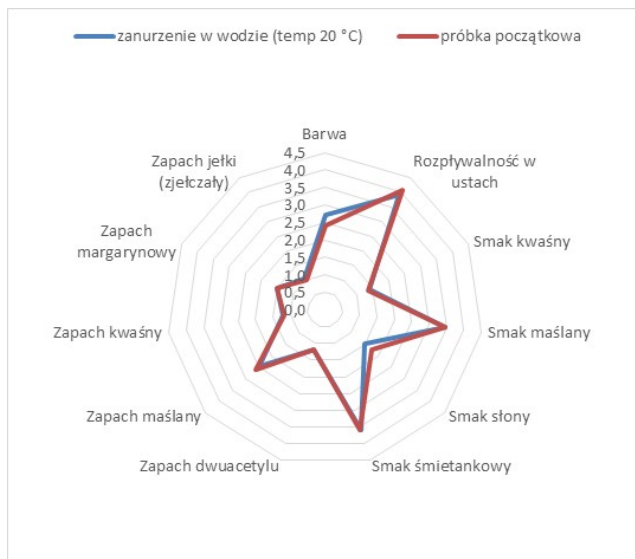
**Rys. 1.** Profil sensoryczny masła przechowywanego w zamkniętym pojemniku w temperaturze 5°C

Źródło: opracowanie własne.



**Rys. 2.** Profil sensoryczny masła przechowywanego w zamkniętym pojemniku w temperaturze 20°C

Źródło: opracowanie własne.



**Rys. 3.** Profil sensoryczny masła przechowywanego w zanurzeniu w wodzie w temperaturze 20°C

Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowane na powyższych rysunkach wyniki wskazują, że najmniejsze zmiany zidentyfikowano w przypadku przechowywania masła w zamkniętym pojemniku w temperaturze 5°C.

Największe różnice ocen sensorycznych poszczególnych właściwości masła spowodowane są przechowywaniem w zamkniętym pojemniku w temperaturze pokojowej. Próbkę przechowywaną w tych warunkach charakteryzują się bardziej intensywną żółtą barwą, nasileniem intensywności smaku i zapachu kwaśnego oraz zapachu jeliwego i margarynowego. Zmiany te są spowodowane wystąpieniem zmian oksydacyjnych (w tym także fotooksydacyjnych).

W przypadku przechowywania masła w zanurzeniu w wodzie w temperaturze pokojowej niewielkie zmiany zachodzą w intensywności barwy, wynikającej z procesów fotooksydacji oraz smaku słonego, co może być spowodowane migracją soli z produktu do wody, w której jest zanurzony.

## PODSUMOWANIE

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu wybranych metod przechowywania masła na jego właściwości sensoryczne. Uzyskane wyniki wskazują, że najmniejsze zmiany właściwości sensorycznych masła występują w przypadku przechowywania go w zamkniętym pojemniku w temperaturze 5°C oraz podczas przechowywania w zanurzeniu w wodzie w temperaturze pokojowej.

Analizując literaturę przedmiotu na temat oceny preferencji konsumenckich, dotyczących masła, można zauważyć, że jednym z bardzo ważnych parametrów użytkowych jest łatwość jego rozsmarowywania [Guerrero i in. 2010; Tambor, Jaworska i Przybylski 2015], która drastycznie spada wraz z obniżeniem temperatury. Fakt ten powoduje, że pomimo znaczącego przyspieszenia zmian starzeniowych wielu konsumentów decyduje się na przechowywanie masła w temperaturze pokojowej.

Jak pokazują zaprezentowane wyniki badań, wykorzystanie metody przechowywania masła w zanurzeniu w wodzie w temperaturze pokojowej powoduje znaczące spowolnienie zachodzenia niekorzystnych zmian jego właściwości sensorycznych.

Podczas badań do przechowywania próbek zastosowano transparentne pojemniki z tworzywa sztucznego, które nie zapewniały barierowości w stosunku do działania światła. Zastosowanie materiału nieprzezroczystego spowoduje ograniczenie oddziaływania światła, redukując równocześnie efekty reakcji fotooksydacyjnych niekorzystnie wpływających m.in. na barwę produktu.

Na etapie tworzenia innowacyjnego opakowania do przechowywania masła rekomendowane będzie opracowanie opakowania do przechowywania w zanurzeniu w wodzie, wykonanego z materiału nieprzepuszczającego światła.

*Publikacja została sfinansowana ze środków przyznanych Wydziałowi Towaroznawstwa i Zarządzania Produktem Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, w ramach dotacji na utrzymanie potencjału badawczego.*

## BIBLIOGRAFIA

1. Barłowska J., Litwińczuk Z., *Właściwości odżywcze i prozdrowotne tłuszczu mleka*, Medycyna Weterynaryjna, 2009, 65(3), s. 171–174.
2. Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I., *Sensoryczne badania żywności*, Wydawnictwo Naukowe Polskiego Towarzystwa Technologów Żywności, Kraków 2009.
3. Fearon A.M., *Butter and Butter Products*, [w:] Chandan R.C., Kilara A. (eds.), *Dairy Ingredients for Food Processing*, Wiley-Blackwell, USA, 2011.
4. Gawęcka J., Szlachta M., *Ocenę jakości masła i serów*, [w:] Sobczyński A., Żmudziński W. (red.), *Ocena jakości wybranych produktów spożywczych pochodzenia zwierzęcego*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 2006.
5. Guerrero L., Claret A., Verbeke W., Enderli G., Zakowska-Biemans S., Vanhonacker F., Issanchou S., Sajdakowska M., Granli B.S., Scalvedi L., Contel M., Hersleth M., *Perception of Traditional Food Products in Six European Regions Using Free Word Association*, Food Quality and Preference, 2010, 21(2), s. 225–233.
6. ISO 13300-2:2006, *Sensory analysis – General guidance for the staff of a sensory evaluation laboratory – Part 2: Recruitment and training of panel leaders*.
7. PN-EN ISO 4120:2007, *Analiza sensoryczna. Metodologia. Metoda trójkątowa*.
8. PN-EN ISO 5492:2009, *Analiza sensoryczna. Terminologia*.
9. PN-EN ISO 8586:2014-03, *Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania wybranych oceniających i ekspertów oceny sensorycznej*.
10. PN-EN ISO 11132:2017-08, *Analiza sensoryczna. Metodyka. Wytyczne do monitorowania sprawności ilościowego zespołu sensorycznego*.
11. PN-ISO 5496:1997, *Analiza sensoryczna. Metodologia. Wprowadzenie i szkolenie oceniających w wykrywaniu i rozpoznawaniu zapachów*.
12. PN-ISO 11035:1999, *Analiza sensoryczna. Identyfikacja i wybór deskryptorów do ustalania profilu sensorycznego z użyciem metod wielowymiarowych*.
13. PN-ISO 3972:2016-07, *Analiza sensoryczna. Metodyka. Metody badania wrażliwości smakowej*.

14. Staniewski B., *Wybrane aspekty standaryzacji jakości masła*, cz. 2, Przegląd Mleczarski, 2009, 11, s. 14–21.
15. Stołyhwo A., Rutkowska J., *Tłuszcz mleczny: struktura, skład i właściwości prozdrowotne*, [w:] Sikorski Z.E. (red.), *Chemia żywności*, WNT, Warszawa 2007.
16. Tambor K., Jaworska D., Przybylski W., *Porównanie jakości sensorycznej i wartości odżywczej polskich masel tradycyjnych i konwencjonalnych*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 2015, 581, s. 103–111.
17. Żebrowska A., Bonczar G., Molik E., *Właściwości prozdrowotne tłuszczu mlekowego*, Wiadomości Zootechniczne, 2009, 47(2), s. 19–23.

## EVALUATION OF CHANGES IN SENSORY QUALITY OF BUTTERS STORED IN DIFFERENT CONDITIONS

**Abstract:** The purpose of the research was to determine the direction and intensity of changes in the sensory characteristics of butter stored in different conditions: closed container at room temperature, closed container at 5°C, product submerged in water in room temperature. The obtained results indicate that the smallest intensity of changes in the sensory characteristics of butter occurs during storage at a temperature of 5°C in a closed container and during storage submerged in water.

The results of conducted research became the basis for developing assumptions of an innovative butter storage package that will allow to minimize adverse changes in the sensory quality of the product, allowing it to be stored submerged in water (limiting oxygen access and thus oxidation processes), at room temperature (which will facilitate spreading the product).

**Keywords:** sensory analysis, butter, sensory quality, storage.

# WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE I STABILNOŚĆ MAJONEZÓW NISKOTŁUSZCZOWYCH

**Karolina SZULC, Izabela HARPULA**

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Nauk o Żywności,  
Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, e-mail: karolina\_szulc1@sggw.edu.pl

**Streszczenie:** Majonez jest to emulsja typu olej w wodzie, w której jajko stanowi emulgator. W pracy badano wpływ stężenia gumy guar i jej mieszaniny z gumą ksantanową na właściwości reologiczne i stabilność niskotłuszczowego majonezu, w którym jajko zostało zastąpione mlekiem owsianym (jako emulgator). Wyniki pokazały, że zastosowane gumy poprawiły stabilność emulsji, a efekt stabilizujący przypisano zmniejszeniu wielkości kropelek i zwiększeniu lepkości. Najwyższą stabilność emulsji uzyskano, gdy zastosowano gumę guar w stężeniu 0,4%.

**Słowa kluczowe:** majonez niskotłuszczowy, emulsja, mleko owsiane, guma guar, guma ksantanowa, lepkość, stabilność.

## WSTĘP

Oczekiwania konsumentów wobec produktów spożywczych zwiększają się wraz z rozwojem technologii oraz innowacji. W ostatnich latach obserwuje się zainteresowanie produktami dietetycznymi o obniżonej zawartości składników, np. tłuszczów, oraz dla danej grupy żywieniowej, jaką są np. weganie. Aby podążać za trendami, zmianą stylu życia oraz chęcią wyboru zdrowych produktów przez konsumentów, przemysł spożywczy wprowadza na rynek żywność „o obniżonej zawartości tłuszczu” lub „bez tłuszczu”. Zastępowanie tłuszczu jest możliwe dzięki zastosowaniu składników o zredukowanej kaloryczności (np. salatrim), biopolimerów, które nadają odpowiednią strukturę produktowi oraz związków nieorganicznych, nadających im pożądaną wygląd [McClements 2015].

Tradycyjny majonez jest powstałą emulsją typu olej w wodzie, przygotowaną przez zmieszanie żółtka jaja kurzego, octu, oleju (70–80%) i przypraw (w szczególności musztardy) [Shen, Luo i Dong 2011]. Olej jest podstawowym składnikiem majonezu, nadając mu smakowość, strukturę, kremowość oraz wygląd. Najpowszechniej stosowanymi olejami są: rzepakowy, słonecznikowy i sojowy [Gruczyńska i in. 2006; Morley 2016]. Majonezy o niskiej zawartości tłuszczu można wytwarzać z użyciem biopolimerów, takich jak gumy, skrobie, białka, w celu zastąpienia cech usuniętego tłuszczu, jak smak, wygląd, tekstura. Gummy i skrobie

mają inne struktury niż tłuszcze i dlatego mogą być modyfikowane chemicznie, fizycznie i enzymatycznie, by naśladować cechy tłuszczu. W produkcji żywności stosowane są przede wszystkim ze względu na wysoką zdolność do zatrzymywania wody i wzrost lepkości układu [Mozafari i in. 2017].

Zdolność emulgująca stanowi jedną z najważniejszych cech funkcjonalnych białek, ponieważ emulsje są powszechnymi systemami, występującymi w różnych produktach spożywczych w stanie ciekłym [McClements 2009]. W wielu przypadkach zastosowany emulgator jest białkiem, wyekstrahowanym z roślin: soi, grochu, owsa, czy sezamu, jaj i z mleka (kazeina i serwatka). Białka te mogą działać jako środki emulgujące, a także jako stabilizatory emulsji [Amine i in. 2014; Brewer, Franco i Garcia-Zapaterio 2016]. Aby otrzymać fizycznie stabilną emulsję, stosuje się stabilizatory i emulgatory, które posiadają odpowiednią budowę grup hydrofilowych i hydrofobowych, stabilizując układ dwóch niemieszających się cieczy. Białka tworzą warstwę wokół kropli tłuszczu, zmniejszając napięcie międzyfazowe i zapobiegają zjawisku koalescencji [Karaca, Low i Nickerson 2011; Lafarga i in. 2019].

## 1. NAPÓJ ROŚLINNY JAKO SKŁADNIK ŻYWNOSTI

Napój roślinny (mleko roślinne) stanowi emulsję, która swoim wyglądem i konsystencją przypomina mleko krowie, utworzoną przez rozpuszczone w wodzie ekstrakty z roślin strączkowych, zbóż, nasion. Substytuty napojów roślinnych powstają zwykle podczas ekstrakcji materiału roślinnego w wodzie, usunięcia części stałych, homogenizacji i poddane są obróbce cieplnej [Vanga i in. 2020]. Producenci często wzbogacają wyprodukowane napoje w wapń, by zwiększyć wartość odżywczą wyrobu gotowego [Szafuła 2012].

Pod wpływem obaw związanych z występowaniem chorób cywilizacyjnych w społeczeństwie na producentów żywności wywiera się nacisk, by wytwarzać produkty o obniżonej zawartości tłuszczu, cukru, cholesterolu, czy soli. Jednym z takich produktów jest majonez. Wśród składników majonezu żółtko jaja kurzego ma największe znaczenie dla stabilności układu emulsyjnego. Jednak zawiera ono wysoką zawartość cholesterolu, który jest niepożądany w nadmiernych ilościach w diecie człowieka. W związku z tym prowadzone są próby w celu opracowania majonezów o niskiej zawartości cholesterolu [He i in. 2019].

Białka roślinne umożliwiają poprawę tekstury oraz zwiększają stabilność emulsji typu o/w [Cornelia, Siratantri i Prawita 2015; Mustafa i in. 2018; Sridharan i in. 2020]. Białka roślinne stosowane w dietach wegańskich wykazują właściwości emulgujące porównywalne z typowym źródłem białka – jajem kurzym [Geera i in. 2011].



Rahmati, Mazaheri Tehrani i Daneshvar [2014] badali możliwość zastosowania mleka sojowego jako emulgatora w majonezie. Emulsje (zawierające 68% oleju) tworzone były przy różnym udziale jajka do mleka sojowego jako emulgatora (75% jajka + 25% mleka sojowego, 50% jajka + 50% mleko sojowe, 25% jajka + 75% mleka sojowego i 100% mleka sojowego). Zastąpienie jajka przez mleko sojowe w majonezie nie wpłynęło na lepkość majonezu do udziału 75%. Z kolei do udziału mleka sojowego 50% nie następowała zmiana stabilności badanej emulsji. W przypadku oceny sensorycznej do 50% jajka można zastąpić mlekiem sojowym, ponieważ wyniki nie wykazały statystycznej różnicy w porównaniu z próbą kontrolną, zawierającą całe jajko jako emulgator.

## **2. WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE MAJONEZU**

W celu wyznaczenia wybranych właściwości fizykochemicznych majonezu sporządzono emulsje roślinne typu olej w wodzie (o/w). Proces łączenia składników emulsji majonezu niskotłuszczowego następował etapami, w pierwszej kolejności do mleka owsianego (fazy wodnej) dodawana była guma guar w stężeniu 0,2 i 0,4% (emulsje o symbolach odpowiednio: G0,2 i G0,4) lub mieszanina gumy guar i gumy ksantanowej w stosunku 1:1 w stężeniu 0,2 i 0,4% (emulsje o symbolach odpowiednio: G0,1+K0,1 i G0,2+K0,2). Po dokładnym wymieszaniu składników fazy wodnej do układu dodawany był olej rzepakowy (30%). Tak przygotowane układy poddawano homogenizacji mechanicznej rotor-stator za pomocą IKA T25 digital ULTRA-TURRAX przy prędkości mieszadła 10 000 obr/min w czasie 2 minut. Emulsję kontrolną stanowił układ bez dodatku gum spożywczych.

### **2.1. Wielkość kropeł fazy zdyspergowanej**

Wielkość kropeł fazy rozproszonej wpływa na właściwości układów emulsyjnych występujących w żywności, m.in. na wygląd, teksturę i smak. Podstawową wielkością, która charakteryzuje emulsje, jest wielkość kropeł fazy rozproszonej. W emulsjach spożywczych wynosi ona od 0,2 do 10  $\mu\text{m}$  i zależy od sposobu wytwarzania emulsji, nakładu energii przy jej tworzeniu, różnicy lepkości obu faz oraz obecności i rodzaju emulgatora [Paździor 2018; Gharibzadeh i in. 2019]. Mniejszy rozmiar kropeł fazy rozproszonej ogranicza koalescencję z powodu niższego prawdopodobieństwa zderzeń, a tym samym poprawia stabilność emulsji [Ji i in. 2015]. Za mniej stabilne emulsje majonezowe uznawane są takie, w których występują krople o średnicy większej niż 10  $\mu\text{m}$  [Górecka, Niepytalska i Krygier 2004].

Emulsja kontrolna (bez dodatku gum) cechowała się znacznym rozmiarem kropelek olejowych – 28,1  $\mu\text{m}$ , co może powodować jej destabilizację (tab. 1). Badane układy emulsyjne z dodatkiem gumy guar (emulsje: G0,2 i G0,4) charakteryzowała wielkość kropelek olejowych poniżej 8,6  $\mu\text{m}$ , a z dodatkiem mieszaniny gum (gumy guar i gumy ksantanowej) – poniżej 6,2  $\mu\text{m}$  (emulsje: G0,1+K0,1 i G0,2+K0,2). Przy wzroście stężenia gumy guar oraz mieszaniny gum w badanych emulsjach występowała tendencja do obniżenia wielkości kropelek fazy rozproszonej, ale zależność ta nie była istotna statystycznie.

**Tabela 1**

Właściwości fizykochemiczne majonezów niskotłuszczowych

Emulsja	Wielkość kropelek fazy rozproszonej ( $\mu\text{m}$ )	Parametry barwy		
		L*	a*	b*
Kontrolna	28,1 $\pm$ 0,7 <sup>c</sup>	84,1 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	-1,9 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	12,6 $\pm$ 0,0 <sup>c</sup>
G0,2	8,5 $\pm$ 0,4 <sup>b</sup>	89,5 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	-1,3 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	9,8 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
G0,4	8,1 $\pm$ 1,1 <sup>b</sup>	89,6 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	-1,2 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	9,7 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>
G0,1+K 0,1	6,1 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	89,1 $\pm$ 0,0 <sup>b</sup>	-1,3 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	10,5 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>
G0,2+K 0,1	5,8 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>	89,1 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>	-1,1 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>	10,7 $\pm$ 0,1 <sup>b</sup>

## 2.2. Barwa emulsji

Jasność majonezu (parametr barwy L\*) jest jednym z istotnych czynników akceptacji wśród konsumentów. Jasność badanych emulsji majonezowych była zbliżona do wartości (87,7) uzyskanych przez Karshenas, Goli i Zamindar [2018], którzy otrzymali majonez przy udziale mleka z sezamu i orzeszków ziemnych wraz z dodatkiem mieszaniny gumy guar i ksantanowej (tab. 1).

Dodatek gumy guar 0–0,4% (emulsje: G0,2 i G0,4) lub mieszaniny gum 0–0,4% (emulsje: G0,1+K0,1 i G0,2+K0,2) w składzie emulsji wpłynął na zmianę parametrów barwy majonezu (tab. 1). Wraz ze wzrostem stężenia gumy guar lub mieszaniny gum następował wzrost jasności (L\*) oraz obniżenie udziału barwy zielonej (-a\*) i żółtej (b\*) w stosunku do kontrolnej emulsji majonezowej.

Z kolei wzrost stężenia gumy guar (z 0,2 do 0,4%) lub mieszaniny gum (z 0,2 do 0,4%) nie miał wpływu na analizowane parametry barwy.

Zastosowanie mieszaniny gum (gumy guar i gumy ksantanowej) zamiast gumy guar wpłynęło na wzrost udziału barwy żółtej majonezu, co zostało również potwierdzone w badaniach prowadzonych przez Bortnowską i Makiewicz [2006].

### 2.3. Lepkość emulsji

Na właściwości reologiczne emulsji, czyli majonezów, sosów do sałatek, wpływ ma kilka cech parametrycznych, tj: interakcje między cząstkami (ważniejsze w skoncentrowanych emulsjach), wielkość cząstek, kształt. Stabilność emulsji zależy również od wyżej wymienionych cech i jest związana z właściwościami reologicznymi tych produktów. Z kolei na cechy parametryczne istotny wpływ wywierają parametry procesowe (temperatura, czas przebywania i prędkość obrotowa mieszadła) oraz dodatek oleju i stężenie emulgatora [Franco i in. 1995].

Właściwości reologiczne i teksturalne majonezu są bardzo złożone, ponieważ struktura jest pólstała o wyraźnych cechach cieczy lepkosprężystych. Określenie właściwości reologicznych majonezów jest istotne przy postrzeganiu tekstury przez konsumentów, a także przy ocenie, jakości i kontroli majonezów [Štern i in. 2007]. Tekstura majonezu zależy od ilości oleju, im więcej oleju zostanie użyte, tym lepsza konsystencja. Olej ma ważną funkcję w charakterystyce reologicznej. Można wytwarzać majonez o niskiej zawartości tłuszczu przez zmniejszenie fazy zdyspergowanej i zwiększenie fazy wodnej [Mozafari i in. 2017].

Lepkość jest czynnikiem wpływającym bezpośrednio na trwałość, stabilność oraz wielkość kropel emulsji. Na lepkość emulsji wpływ mają różne czynniki, m.in. pęcherzyki powietrza obecne w emulsji, które są odpowiedzialne za zwiększenie lepkości emulsji. Kolejny czynnik stanowi stopień dyspersji emulsji, gdzie występuje zależność, polegająca na tym, że układy drobnodispersyjne cechuje większa lepkość w porównaniu z układami grubodispersyjnymi. Czynnikiem wpływającym istotnie na lepkość emulsji jest lepkość wewnętrzna i zewnętrzna fazy emulsji, wyższa lepkość fazy zewnętrznej zwiększa stabilność układu emulsyjnego. Lepkość fazy rozpraszającej wpływa na szybkość opadania cząstek fazy rozproszonej, dlatego aby zwiększyć lepkość fazy rozpraszającej stosuje się dodatek do tej fazy wielkocząsteczkowych substancji hydrofilowych [Kowalska i Górecka 2010].

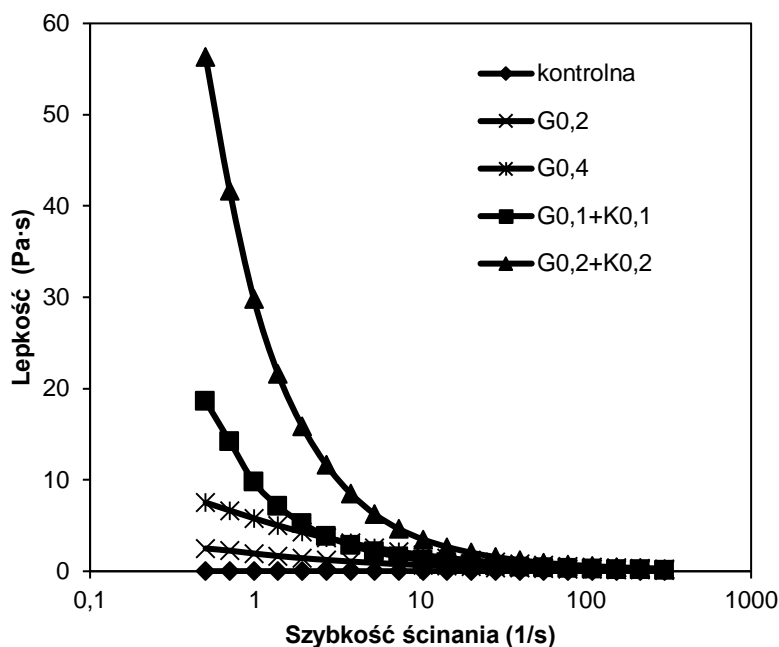
Lepkość pozorna zmniejszała się wraz ze wzrostem szybkości ścinania dla wszystkich analizowanych emulsji roślinnych, co jest cechą charakterystyczną emulsji rozrzedzanych ścinaniem, zawierających agregaty cząstek słabo związane [McClements 2009]. Wymuszenie przepływu i towarzyszący mu wzrost szybkości ścinania powoduje, że interakcje pomiędzy układem cząstka-cząstka zostają zakłócone, co skutkuje zmniejszeniem rozmiaru cząstek i obniżeniem lepkości. Przy wyższych szybkościach ścinania lepkość osiąga stałą wartość, ponieważ molekuly o długich łańcuchach rozplątują się, rozciągają i ustawiają wzdłuż linii przepływu – takie położenie cząstek fazy rozproszonej minimalizuje ewentualnie kolizje pomiędzy cząstkami [Tadros 2004; Brewer, Franco i Garcia-Zapaterio 2016].

Rozrzedzanie ścinające układów dyspersyjnych z białkami tłumaczy się możliwością dezagregacji makrocząsteczek, która prowadzi do ustawiania się cząstek

równolegle do kierunku przepływu emulsji. Po ustaniu przepływu białka wymagają okresu relaksacyjnego, aby stracić orientację, którą uzyskały, i odzyskać swój pierwotny stan [Brewer, Franco i Garcia-Zapaterio 2016].

Dodatek gumy guar (emulsje: G0,2 i G0,4), jak i mieszaniny gumy guar i gumy ksantanowej (w stosunku 1:1, emulsje: G0,1+K0,1 i G0,2+K0,2) sprzyjał powstawaniu układów o większej podatności na rozrzedzanie (rys. 1).

Emulsje z dodatkiem gumy guar lub mieszaniny gum, w porównaniu ze standardową emulsją (kontrolną), charakteryzowały się większą lepkością. Układ emulsyjny zawierający gumę guar zwiększył swoją lepkość po dodaniu do niego gumy ksantanowej. Ponadto wzrost stężenia gumy guar lub mieszaniny gum spożywczych (z 0 do 0,4%) powodował wzrost lepkości majonezu.



**Rys. 1.** Krzywe lepkości majonezów niskotłuszczowych przy prędkości ścinania 0,5–300 1/s

### 3. STABILNOŚĆ EMULSJI

Stabilność układu zdyspergowanego warunkuje obecność związków obniżających napięcie międzyfazowe i energię wewnętrzną układu oraz substancji, które wpływają na hamowanie łączenia się cząstek fazy rozproszonej. Bardzo istotnym czynnikiem, który odpowiada za stabilność emulsji, jest rozmiar oraz rozkład wielkości cząstek fazy rozproszonej [Coupland i McClements 1996].

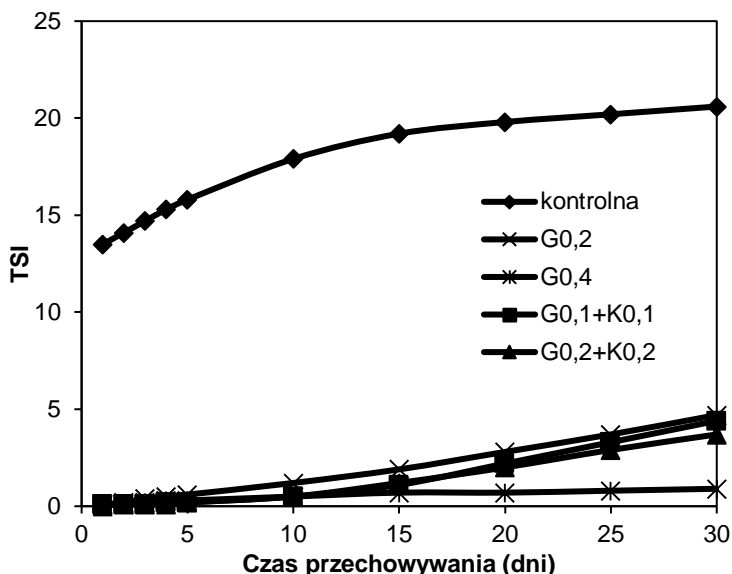
Równie ważnymi elementami, mającymi wpływ na stabilność emulsji, są: lepkość i gęstość fazy ciągłej, ciężar właściwy poszczególnych cząstek faz, stosunek fazy wodnej do olejowej, napięcie międzyfazowe, ciśnienie osmotyczne, a także pH i temperatura.

Istotne znaczenie w uzyskaniu odpowiedniej jakości emulsji ma jej skład, a szczególnie ilość i rodzaj użytego emulgatora oraz substancji zagęszczającej [Huang, Kakuda i Cui 2011]. Stabilność emulsji jest trudna do osiągnięcia, ponieważ jest to układ dwóch cieczy o różnej polarności, które łatwo mogą ulec destabilizacji oraz rozdzieleniu. Na mechanizmy śmietankowania, flokulacji i koalescencji wpływ mają czynniki, takie jak objętość oleju, ilość emulgatora, lepkość, stosunek olej/woda, sposób mieszania, jakość wody oraz temperatura, które prowadzą do niestabilności majonezu [Rahmati, Mazaheri Tehrani i Daneshvar 2012].

Stabilność układu zdyspergowanego stanowi jedną z najważniejszych właściwości emulsji. W prowadzonych badaniach określono wskaźnik stabilności emulsji TSI (ang. *Turbiscan Stability Index*). Emulsje o niskich wartościach wskaźnika TSI są bardziej stabilne ze względu na ograniczoną flokulację i koalescencję [Ji i in. 2015]. W przypadku majonezu bez dodatku gum spożywczych (emulsja kontrolna) po 1 dniu przechowywania w temperaturze 4°C nastąpiła destabilizacja układu (śmietankowanie) (rys. 2).

Śmietankowanie odnosi się do separacji faz wynikającej z równicy gęstości fazy rozproszonej i fazy ciągłej [McClements 2009]. Dodatek gumy guar (emulsje: G0,2 i G0,4), jak i mieszaniny gumy guar i gumy ksantanowej (w stosunku 1:1, emulsje: G0,1+K0,1 i G0,2+K0,2) sprzyjał powstawaniu układów emulsyjnych o bardzo dobrej stabilności w czasie przechowywania, na co wpływ miała wyższa lepkość układu (poprzez dodatek gum spożywczych), która ogranicza koalescencję kropelek olejowych, poprawiając w ten sposób stabilność emulsji typu o/w [Scherze, Knoth i Muschiolik 2006].

Najbardziej stabilny układ emulsyjny w czasie 30 dni przechowywania w temperaturze 4°C uzyskano dla majonezu, w którym dodatek gumy guar stanowił 0,4% (G0,4).



**Rys. 2.** Wskaźnik stabilności (TSI) majonezów niskotłuszczowych przechowywanych przez okres 30 dni w temperaturze 4°C

## PODSUMOWANIE

Producenci żywności stale szukają nowych rozwiązań technologicznych, aby sprostać oczekiwaniom konsumentów, oferując innowacyjne produkty. Mleko owsiane (napój owsiany), przy udziale gumy guar (0,4%), może być z powodzeniem stosowane do wytworzenia niskotłuszczowych majonezów, a tym samym zdrowszych alternatyw w porównaniu z dostępnymi na rynku. Dodatek gum spożywczych przyczynia się do wzrostu stabilności majonezu niskotłuszczowego, na którą wpływ ma lepkość i wielkość kropeł fazy zdyspergowanej.

## BIBLIOGRAFIA

1. Amine Ch., Dreher J., Helgason T., Tadros T., *Investigation of Emulsifying Properties and Emulsion Stability of Plant and Milk Proteins Using Interfacial Tension and Interfacial Elasticity*, Food Hydrocolloids, 2014, 39, s. 180–186.
2. Bortnowska G., Makiewicz A., *Technological Utility of Guar Gum and Xantan for the Production of Low-Fat Inulin-Enriched Mayonnaise*, Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 2006, 5(2), s. 135–146.

3. Brewer D.R., Franco J.M., Garcia-Zapaterio L.A., *Rheological Properties of Oil-in-Water Emulsions Prepared with Oil and Protein Isolates from Sesame (Sesamum indicum)*, Food Science and Technology, 2016, 36(1), s. 64–69.
4. Cornelia M., Siratantri T., Prawita R., *The Utilization of Extract Durian (Durio zibethinus L.) Seed Gum as an Emulsifier in Vegan Mayonnaise*, Procedia Food Science, 2015, 3, s. 1–18.
5. Coupland J.N., McClements D.J., *Lipid Oxidation in Food Emulsions*, Trends of Food Sciences and Technology, 1996, 7, s. 83–91.
6. Franco J., Berjanol M., Guerrerol A., Muñioz J., Gallegos C., *Flow Behaviour and Stability of Light Mayonnaise Containing a Mixture of Egg Yolk and Sucrose Stearate as Emulsifiers*, Food Hydrocolloids, 1995, 9(2), s. 111–121.
7. Geera B., Reiling J.A., Hutchison M.A., Rybak D., Santha B., Ratnayake W.S., *A Comprehensive Evaluation of Egg and Egg Replacers on the Product Quality of Muffins*, Journal of Food Quality, 2011, 34, s. 333–342.
8. Gharibzahedi S., Hernandez-Ortega C., Welti-Chanes J., Putnik P., Barba F., Mallikarjunan K., Escobedo-Avellaneda Z., Roohinejad S., *High Pressure Processing of Food – Grade Emulsion Systems: Antimicrobial Activity, and Effect on the Physicochemical Properties*, Food Hydrocolloids, 2019, 87, s. 307–320.
9. Górecka A., Niepytalska K., Krygier K., *Badania nad zastosowaniem skrobi modyfikowanych do produkcji niskotłuszczowych, bezcholesterolowych emulsji majonezowych*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, 3, s. 77–86.
10. Gruczyńska E., Kowalski B., Kowalska M., Śmiechowski K., *Charakterystyka wybranych majonezów oraz wpływ temperatury i czasu przechowywania na ich stabilność*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, 4, s. 156–167.
11. He Y., Shim Y.Y., Mustafa R., Meda V., Reaney M.J.T., *Chickpea Cultivar Selection to Produce Aquafaba with Superior Emulsion Properties*, Foods, 2019, 8(12).
12. Huang X., Kakuda Y., Cui W., *Hydrocolloids in Emulsions: Particle Size Distribution and Interfacial Activity*, Food Hydrocolloids, 2011, 15, s. 533–542.
13. Ji Y., Kang W., Meng L., Hu L., Yang H., *Study of the Solution Behavior of  $\beta$ -cyclodextrin Amphiphilic Polymer Inclusion Complex and the Stability of Its o/w Emulsion*, Colloids & Surfaces A: Physicochemical & Engineering Aspects, 2015, 453, s. 117–124.
14. Karaca A., Low N., Nickerson M., *Emulsifying Properties of Chickpea, Faba Bean, Lentil and Pea Proteins Produced by Isoelectric Precipitation and Salt Extraction*, Food Research International, 2011, 44, s. 2742–2750.
15. Karshenas M., Goli M., Zamindar N., *The Effect of Replacing Egg Yolk with Sesame-Peanut Defatted Meal Milk on the Physicochemical, Colorimetry, and Rheological Properties of Low-Cholesterol Mayonnaise*, Food Science & Nutrition, 2018, 16, s. 824–833.

16. Kowalska M., Górecka A., *Charakterystyka emulsji niskotłuszczowych z dodatkiem wybranych hydrokoloidów*, Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 2010, 2, s. 73–77.
17. Lafarga T., Villaro S., Bobo G., Aguilo-Aguayo I., *Optimisation of the pH and Boiling Conditions Needed to Obtain Improved Foaming and Emulsifying Properties of Chickpea Aquafaba Using a Response Surface Methodology*, International Journal of Gastronomy and Food Science, 2019, 18, s. 100–177.
18. McClements D.J., *Biopolymers in Food Emulsions*, [w:] Kasapis S., Norton I., Ubbink J. (eds.), *Modern Biopolymer Science*, Academic Press, Oxford 2009.
19. McClements D.J., *Reduced-Fat Foods: The Complex of Science of Developing Diet-Based Strategies for Tackling Overweight and Obesity*, Advances in Nutrition, 2015, 6, s. 338–352.
20. Morley W.G., *Mayonnaise*, [w:] Caballero B., Finglas P.M., Toldra F. (eds.), *Encyclopedia of Food and Health*, Academic Press, Oxford 2016.
21. Mozafari H.R., Hosseini E., Hojjatoleslami E., Hossein Mohebbi G., Jannati N., *Optimization Low-Fat and Low Cholesterol Mayonnaise Production by Central Composite Design*, Journal of Food Sciences and Technology, 2017, 54, s. 591–600.
22. Mustafa R., He Y., Shim Y.Y., Reaney M.J.T., *Aquafaba, Wastewater from Chickpea Canning, Functions as an Egg Replacer in Sponge Cake*, International Journal of Food Science and Technology, 2018, 53, s. 2247–2255.
23. Paździor M., *Identyfikacja czynników oddziałujących na proces homogenizacji i jakość produktu emulsyjnego*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, 2018, s. 457–468.
24. Rahmati K., Mazaheri Tehrani M., Daneshvar K., *Soy Milk as an Emulsifier in Mayonnaise: Physico-Chemical, Stability and Sensory Evaluation*, Journal of Food Sciences and Technology, 2012, 25, s. 210–220.
25. Scherze I., Knoth A., Muschiolik G., *Effect of Emulsification Method on the Properties of Lecithin- and PGPR-Stabilized Water-in-Oil-Emulsions*, Journal of Dispersion Science and Technology, 2006, 27(4), s. 427–434.
26. Shen R., Luo S., Dong J., *Application of Oat Dextrine for Fat Substitute in Mayonnaise*, Food Chemistry, 2011, 126, s. 65–71.
27. Sridharan S., Meinders M.B.J., Bitter J.H., Nikiforidis C.V., *Pea Flour as Stabilizer of Oil-in-Water Emulsions: Protein Purification Unnecessary*, Food Hydrocolloids, 2020, 101.
28. Štern P., Mikova K., Pokorný J., Valentová H., *Effect of Oil Content on the Rheological and Textural Properties of Mayonnaise*, Journal of Food and Nutrition Research, 2007, 46, s. 1–8.
29. Szafulera W., *Niedoceniony owies*, Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2012, 11.
30. Tadros T., *Application of Rheology for Assessment and Prediction of the Long-Term Physical Stability of Emulsions*, Advances in Colloid and Interface Science, 2004, 108, s. 227–258.



31. Vanga K.S., Wang J., Orsat V., Raghavan V., *Effect of Pulsed Ultrasound, a Green Food Processing Technique, on the Secondary Structure and in-vitro Digestibility of Almond Milk Protein*, Food Research International, 2020, 137.

## RHEOLOGICAL PROPERTIES AND STABILITY OF LOW-FAT MAYONNAISE

**Abstract:** Mayonnaise is an oil in water emulsion and the egg is an emulsifier in it. Influence of concentration of guar gum and its mixture with xanthan gum on rheological properties, and stability of low-fat mayonnaise in which egg was replaced with oat milk (as an emulsifier) was studied in this research. Results showed that used gums improved the stability of emulsions and the stabilizing effect was attributed to the reduction in droplet size and increase in viscosity. The highest emulsion stability was obtained when guar gum was applied at a concentration of 0.4%.

**Keywords:** low-fat mayonnaise, emulsion, oat milk, guar gum, xanthan gum, viscosity, stability.

# CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI SORPCYJNYCH WYBRANYCH SUPLEMENTÓW BIAŁEK W PROSZKU

**Maciej ŚWITALSKI, Millena RUSZKOWSKA**

Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa,  
Katedra Towaroznawstwa i Zarządzania Jakością, e-mail: maciej.switalski@wpit.umg.edu.pl

**Streszczenie:** Celem pracy była ocena właściwości sorpcyjnych handlowych suplementów białek w proszku. Materiał badawczy stanowiło siedem suplementów białkowych. Ocena wybranych wyróżników jakościowych obejmowała oznaczenie zawartości i aktywności wody oraz właściwości sorpcyjnych metodą statyczno-eksykatorową.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że oceniane produkty charakteryzowały się różnym poziomem zawartości i aktywności wody, determinowanym składem surowcowym oraz procesem otrzymywania preparatu białkowego w proszku. Stwierdzono, że najwyższą trwałością przechowalniczą charakteryzowało się organiczne białko z dyni.

**Słowa kluczowe:** preparaty białkowe, izoterma sorpcji, BET, trwałość przechowalnicza.

## WSTĘP

Preparaty białkowe stanowią przykład produktów, charakteryzujących się wysoką zawartością białka i obniżonym poziomem substancji antyodżywczych. Produkty te ze względu na zastosowanie oraz zawartość białka dzieli się na produkty wysokobiałkowe, tj. mączki i grysy, koncentraty i izolaty białkowe [Gawęcki 2016]. Współcześnie preparaty różnicuje nie tylko zawartość białka, ale także jego pochodzenie. Na rynku dostępne są preparaty białek produkowanych na bazie roślin, często posiadające certyfikaty dla produktów wegańskich i ekologicznych, oraz produkty, wytworzone z białka pochodzącego z przemysłu mleczarskiego, jajczarskiego i mięsnego.

Powstający przy wykorzystaniu ekstrakcji, rozdrobnienia oraz suszenia produkt charakteryzuje się niewielką zawartością wody, co warunkuje jego trwałość przechowalniczą. Produkty przechowywane są w szczelnych opakowaniach jednostkowych o niewielkiej objętości, zawierających 30–50 g produktu, pozwalających na przygotowanie 1–2 porcji lub w większych (500 g) opakowaniach z zamknięciem strunowym, pozwalających na przygotowanie nawet 16–17 porcji. W opakowaniach o większej gramaturze, wielokrotnie otwieranych, produkt podatny jest w większym stopniu na działanie pary wodnej. Zwiększenie ilości pobranej przez produkty

żywnościowe wody skutkować może większą ich podatnością na działanie mikroorganizmów, przyspieszeniem procesów fizycznych (zbrylenie), chemicznych (hydroliza) oraz enzymatycznych (hydroliza enzymatyczna), w konsekwencji zaś obniżeniem jakości żywności w proszku [Ruszkowska i Matusik 2018].

W celu określenia trwałości produktu pomocne narzędzie stanowi izoterma sorpcji. Izoterma sorpcji jest krzywą obrazującą wielkość migracji substancji (najczęściej wody) w stanie ciekłym lub gazowym pomiędzy środowiskiem o określonej wilgotności a porowatym produktem w stanie stałym [Limousin i in. 2007; Ruszkowska i Dmowski 2017].

Największa liczba prac na temat właściwości sorpcyjnych preparatów białkowych dotyczy produktów wytworzonych z serwatki oraz soi, natomiast mniej prac porusza temat charakterystyki innych rodzajów preparatów białkowych.

Celem badań było określenie trwałości przechowalniczej wybranych suplementów białkowych pochodzenia roślinnego i zwierzęcego na podstawie charakterystyki właściwości sorpcyjnych, wynikającej z oceny przebiegu izoterm sorpcji oraz wybranych parametrów mikrostruktury.

## 1. MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło siedem wybranych suplementów białek w proszku zakupionych w sklepie dla sportowców na terenie Gdyni (tab. 1). Produkty oznaczono w badaniach od I do VII. Oryginalne nazwy handlowe produktów oraz ich tłumaczenie na język polski zaprezentowano w tabeli 1.

**Tabela 1**

Nazwa badanych produktów

Produkt	Nazwa badanych produktów
I	Czyste, bezsmakowe białko serwatkowe ( <i>Pure whey protein unflavoured</i> )
II	Proszek z białka jaja ( <i>Egg white powder</i> )
III	Czysty, 97% bezsmakowy izolat serwatki ( <i>Pure whey isolate tm 97 unflavoured</i> )
IV	97% bezsmakowy izolat białek wołowych ( <i>hydrobeef</i> ) ( <i>Beef protein isolate 97 (hydrobeef) unflavoured</i> )
V	Organiczne białko z dyni ( <i>Organic pumpkin protein</i> )
VI	90% bezsmakowy izolat z białek soi ( <i>Soya protein isolate 90% unflavoured</i> )
VII	Bezsmakowe 80% białko z brązowego ryżu ( <i>Brown rice protein 80% unflavoured</i> )

Źródło: zestawienie własne na podstawie informacji umieszczonej przez producenta na opakowaniu ocenianych produktów.

Do badań wybrano trzy preparaty białkowe pochodzenia roślinnego (białko z dyni, izolat z białek soi, białko brązowego ryżu) oraz cztery preparaty białkowe pochodzenia zwierzęcego (białko serwatkowe, izolat serwatki, izolat białek wołowych oraz proszek z białka jaja) (tab. 1–2). Badaniom poddano suplementy bez dodatków smakowych.

W tabeli 2 przedstawiono skład badanych suplementów białkowych deklarowany przez producenta, na opakowaniu jednostkowym preparatów.

**Tabela 2**

Wykaz składników badanych preparatów

Produkt	Skład badanych produktów
I	Niedenaturowany koncentrat białek serwatkowych (mleko, lecytyna sojowa)
II	Białko jaja
III	Niedenaturowany izolat białek serwatkowych 97% (mleko)
IV	Izolat hydrolizowanych białek wołowych
V	100% białko z dyni
VI	100% izolat białek sojowych
VII	100% białko brązowego ryżu

Źródło: zestawienie własne na podstawie informacji umieszczonej przez producenta na opakowaniu ocenianych produktów.

W tabeli 3 przedstawiono wartości odżywcze badanych produktów.

**Tabela 3**

Wartości odżywcze badanych produktów

Wartości odżywcze	Produkt						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
Wartość energetyczna [kcal/kJ]	402/1708	375/1569	374/1564	392/1640	407/1699	378/1582	397/1683
Tłuszcz [g], w tym tłuszcze nasycone	<u>6,7</u> 2,5	0,3 0	0,3 0,2	1,5 0,5	<u>11</u> 1,4	3,3 0,9	3,5 1,1
Węglowodany [g], w tym cukry	5 5	<u>8,1</u> 8,1	0 0	0 0	3 1,2	< 1 0	3,8 *
Błonnik [g]	0	0	0	0	<u>16</u>	0	3,8
Białko [g]	80	85	<u>97,6</u>	<u>97</u>	58	<u>91</u>	80

\* ilości śladowe.

Źródło: zestawienie własne na podstawie informacji umieszczonej przez producenta na opakowaniu ocenianych produktów.

Największą wartością energetyczną charakteryzowało się białko serwatkowe (produkt I), białko z dyni (produkt V) oraz z brązowego ryżu (produkt VII), a najmniejszą – białko jaja kurzego (produkt II). Największą ilość tłuszczu zaobserwowano dla białka z dyni (produkt V) oraz białka serwatkowego (produkt I). Proszek z białka jaja kurzego (produkt II) oraz czysty izolat serwatki (produkt III) były najuboższe w ten składnik odżywczy. Ta sama prawidłowość występowała w przypadku tłuszczów nasyconych. Największą ilością węglowodanów odznaczał się proszek z białka jaja (produkt II). Produkty III i IV nie zawierały tych związków w swoim składzie. Określono, że obecność błonnika w składzie charakteryzowała wyłącznie białka roślinne (produkt V i VII). Produkty III i IV odznaczały się największą zawartością białka spośród ocenianych preparatów. Produkt V cechował się najmniejszą ilością tego składnika odżywczego.

Objęte badaniami suplementy białek w proszku poddano wstępnej analizie fizykochemicznej poprzez oznaczenie początkowej zawartości i aktywności wody.

Oznaczenie zawartości wody wykonano metodą suszenia termicznego do stałej masy w temperaturze 378K (105°C) pod normalnym ciśnieniem [Krełowska-Kułas 1993].

Oznaczenie aktywności wody przeprowadzono w aparacie AquaLab 4TE (wersja AS4 2,14.0 2017 firmy Decagon Devices, Inc.) o dokładności  $\pm 0,0003$  w temperaturze 293K (20°C)  $\pm 2,5$  K.

Oceny właściwości sorpcyjnych dokonano metodą statyczno-eksykatorową, poprzez wyznaczanie izoterm sorpcji pary wodnej, określając równowagę wilgotnościową pomiędzy badaną próbką a atmosferą o określonej wilgotności względnej, regulowanej za pomocą nasyconych roztworów soli. Wyznaczanie izoterm sorpcji wykonano w temperaturze 20°C  $\pm 1$ °C w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$ . Czas ustalania równowagi układu wynosił 45 dni. Próbkę do badań stanowiło około 2 g badanego produktu. Próbkę umieszczano w zważonym naczynku pomiarowym o średnicy 15 mm, tworząc złożę o wysokości 4–5 mm, oraz rozlokowano w ekssykatorach. Higrostaty o aktywności wody wyższej niż 0,69 zawierały tymol krystaliczny w celu zabezpieczenia badanego produktu przed zepsuciem mikrobiologicznym. Na podstawie początkowej masy produktu oraz przyrostów lub ubytków zawartości wody obliczano równowagowe zawartości wody i wykreslano izotermy sorpcji.

W celu opisu empirycznie wyznaczanych izoterm sorpcji dokonano przekształcenia równania Brunauera, Emmetta i Tellera (BET) (1), w zakresie aktywności wody  $0,07 \leq a_w \leq 0,33$ . Równanie scharakteryzowano na podstawie wartości współczynnika determinacji ( $R^2$ ), dopasowania błędu standardowego (FitStdErr) oraz wartości statystyki F.

$$a = \frac{V_m C a_w}{(1 - a_w)[1 + (C - 1)a_w]} \quad (1)$$

gdzie:

- $a_w$  – aktywność wody [-],
- $V$  – równowagowa zawartość wody [g H<sub>2</sub>O/100 g s.m.],
- $V_m$  – zawartość wody w monowarstwie [g H<sub>2</sub>O/100 g s.m.],
- $C$  – stała energetyczna [Ościk 1983; Paderewski 1999].

Parametry dla wybranego modelu sorpcji wody zostały wyznaczone przy zastosowaniu arkusza kalkulacyjnego Microsoft Office Excel 365.

W celu określenia przydatności modelu do opisu uzyskanych izoterm adsorpcji przeprowadzono analizę średniego błędu kwadratowego (RMS), wyrażonego w %, który obliczono na podstawie równania:

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum \frac{(z_{we} - z_{wp})^2}{z_{we}}}{N}} \cdot 100 \quad (2)$$

gdzie:

- $z_{we}$  – empiryczna, równowagowa zawartość wody [g H<sub>2</sub>O/100 g s.m.],
- $z_{wp}$  – prognozowana, równowagowa zawartość wody [g H<sub>2</sub>O/100 g s.m.],
- $N$  – liczba punktów pomiarowych [Lewicki 1998].

Charakterystyka właściwości sorpcyjnych obejmowała określenie takich parametrów, jak: stała energetyczna  $c_e$  powierzchnia właściwa sorpcji, ogólna objętość kapilar oraz promień kapilar ulegających wypełnieniu po zainicjowaniu kondensacji kapilarnej na podstawie równania Kelvina [Ocieczek, Ruszkowska i Palich 2012].

Powierzchnię właściwą adsorbentu obliczono na podstawie równania (3) [Paderewski 1999; Ocieczek i Skotnicka 2017].

$$a_{sp} = \omega \frac{V_m}{M} N \quad (3)$$

gdzie:

- $a_{sp}$  – powierzchnia właściwa sorpcji [m<sup>2</sup>/g s.s.],
- $V_m$  – pojemność monowarstwy [g /100 g s.s.],
- $N$  – liczba Avogadra [cząst./mol],
- $M$  – masa cząsteczkowa wody [6,023·10<sup>23</sup> cząst./mol],
- $\omega$  – powierzchnia siadania wody [ $\omega = 1,05 \cdot 10^{-19} \cdot \text{m}^2/\text{cząst.}$ ].

W celu sprawdzenia, czy aktywność i zawartość wody różnią się istotnie statystycznie, wykonano test t-Studenta, stanowiący ocenę różnic między średnimi dla prób niezależnych, poprzedzony sprawdzeniem homogeniczności wariancji za pomocą testu Levene'a. Za statystycznie istotne uznano różnice na poziomie nieprzekraczającym  $p = 0,05$ .

W celu opracowania statystycznego, jak i matematycznego uzyskanych wyników w pracy użyto programów komputerowych z pakietu arkusza kalkulacyjnego Microsoft Office Excel 365 oraz Jandel-Table Curve 2D v. 5.01.

## 2. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

W tabeli 4 przedstawiono początkową zawartość i aktywność wody w badanych produktach. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najwyższą początkową zawartością wody, a także aktywnością wody, charakteryzował się produkt V (tab. 4).

**Tabela 4**

Zawartość wody w badanych produktach

Produkt	Zawartość wody [g /100 g s.s.]	SD	Aktywność wody	SD
I	5,4442	0,0008	0,1962	0,0012
II	5,8062	0,0003	0,2588	0,0005
III	5,5681	0,0002	0,2089	0,0014
IV	5,3000	0,0005	0,1879	0,0034
V	8,5239	0,0002	0,4355	0,0010
VI	7,4742	0,0007	0,3343	0,0024
VII	3,8122	0,0004	0,2036	0,0008

gdzie: SD – odchylenie standardowe.

Źródło: opracowanie własne.

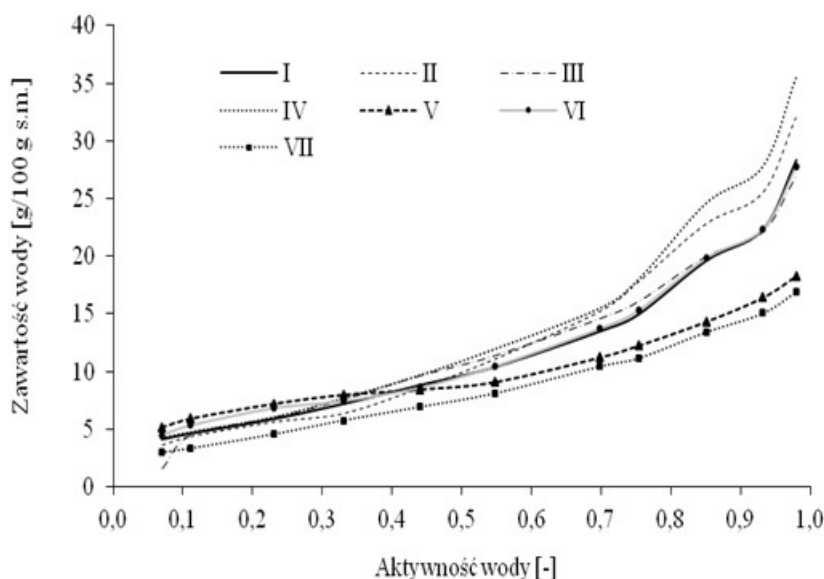
Najniższą zaś początkową zawartość wody zaobserwowano w produkcie VII, a najniższą początkową aktywność wody w produkcie IV (tab. 4). Przypuszczać można, że początkową aktywność wody determinował skład produktu. Produkty o najwyższej zawartości białka charakteryzowała niska aktywność wody, natomiast produkt o niskiej zawartości białka – najwyższa wartość tego parametru. Obserwowana zależność związana jest ze zdolnością białka do wiązania wody.

Odwrotną zależność obserwowano przy znaczącej zawartości tłuszczu i węglowodanów w produkcie, czego przykładem jest produkt V (tab. 4) [Ruszkowska i Ociecek 2015]. Na podstawie wykonanego testu t-Studenta stwierdzono, że większość analizowanych preparatów różniła się istotnie statystycznie między sobą pod względem aktywności wody. Różnic istotnych statystycznie w aktywności wody nie zaobserwowano pomiędzy produktem I i IV. Statystycznie istotne różnice ze względu na zawartość wody zaobserwowano pomiędzy wszystkimi preparatami oprócz par produktów I i IV oraz I i III.

Porównując uzyskane wyniki z pracami innych autorów, zauważyć można, że suplementy białkowe charakteryzowały się wyższą początkową zawartością oraz

aktywnością wody niż przeanalizowany przez Ruszkowską i Palicha napój sojowy w proszku [Ruszkowska i Palich 2016], a także ponaddwukrotnie wyższą zawartością wody niż hydrolizaty i izolaty serwatkowe, poddane analizie przez Hogana i O'Callagana [Hogan i O'Callagan 2013]. Pomimo wyższych niż w innych badaniach wartości tych parametrów początkowe wartości aktywności wody, wynoszące mniej niż 0,6, gwarantowały stabilność mikrobiologiczną badanych suplementów białkowych (tab. 4).

Na rysunku 1 przedstawiono przebieg izoterm sorpcji badanych produktów.



**Rys. 1.** Izoterma sorpcji badanych produktów

Źródło: opracowanie własne.

Wyznaczone izotermy charakteryzowały się kształtem sigmoidalnym, wykazując podobieństwo do izoterm typu II według klasyfikacji Brunauera (rys. 1). Ponadto obserwowany przebieg izoterm o kształcie litery „S” charakterystyczny był dla produktów bogatych w polimery o wysokiej masie cząsteczkowej (m.in. białka) [Hebrard i in. 2003]. Wśród wszystkich badanych izoterm obserwuje się ciągłość przebiegu. W żadnej z badanych aktywności nie nastąpił proces krystalizacji produktu, co potwierdzają wyniki badań Power i in. [2020] dotyczących preparatów z serwatki (tab. 5) [Power i in. 2020].

Badany przebieg podzielić należy na trzy części: I część ( $a_w = 0,07\text{--}0,44$ ) odpowiada procesowi sorpcji w monowarstwie, II część ( $a_w = 0,55\text{--}0,75$ ) – procesowi



adsorpcji wielowarstwowej, III część izotermy ( $a_w = 0,85-0,98$ ) – procesowi kondensacji kapilarnej. Na podstawie graficznej analizy izoterm sorpcji stwierdzono, że we wszystkich produktach w obszarze izoterm, obejmującym zjawisko adsorpcji wielowarstwowej i kondensacji kapilarnej, zachodził proces adsorpcji (rys. 1).

Proces desorpcji następował zaś w zakresie aktywności wody: 0,07–0,23 (dla produktu I), 0,07–0,33 (dla produktu II), 0,07–0,23 (dla produktu III), 0,07–0,23 (dla produktu IV), 0,07–0,55 (dla produktu V), 0,07–0,33 (dla produktu VI) oraz 0,07–0,23 dla produktu VII. W najszerszym zakresie, obejmującym cały proces sorpcji monomolekularnej, zjawisko to obserwuje się podczas przechowywania produktu V. W produktach I, III i VII zakres aktywności wody, w którym zachodziło zjawisko desorpcji, był najwęższy 0,07–0,23 (tab. 5).

W produktach I–IV oraz VI przy  $a_w < 0,85$  zaobserwowano wzrost intensywności zjawiska pochłaniania pary wodnej, związany ze zjawiskiem kondensacji kapilarnej. Produkty V i VII charakteryzowały się podobnym, płaskim przebiegiem we wszystkich obszarach izotermy. Na podstawie oceny równowagowej zawartości wody, przy poszczególnych wartościach jej aktywności stwierdzono, że najwyższą równowagową zawartością wody, przy  $a_w = 0,98$ , charakteryzował się produkt IV, a najniższą – produkt VII.

W tabeli 5 przedstawiono parametry równania BET. Jak wynika z danych, zaprezentowanych w poniższej tabeli, produkty V oraz III charakteryzowała najwyższa pojemność monowarstwy, lecz znacznie różniła  $a_w$  oraz wielkość stałej energetycznej  $c_e$ . Najwyższą wartością tego parametru, określającą ponadto ilość wydzielanego podczas adsorpcji ciepła, charakteryzował się produkt V, a najniższą – produkt III.

Tabela 5

Parametry równania BET

Produkt	$V_m$	$c_e$	$a_w$	$R^2$	SKO	RMS [%]
I	5,0579	38,8155	0,2009	0,9956	0,069	0,0548
II	4,5167	48,4175	0,2035	0,9736	3,2381	3,1537
III	5,4683	23,2384	0,2095	0,9966	8,5117	11,5062
IV	5,4039	31,1335	0,2162	0,9808	6,2775	6,9829
V	<u>5,4851</u>	138,6195	0,1438	0,9685	<u>1,1869</u>	<u>0,4907</u>
VI	5,2499	75,0397	0,1924	0,9743	2,2394	2,4772
VII	4,1394	22,0684	0,2070	0,9743	8,6756	19,4160

gdzie:  $r^2$  – współczynnik determinacji, SKO – błąd standardowy, RMS [%].

Źródło: opracowanie własne.

Wartości  $c_e$  ( $> 2$ ) potwierdzają sigmoidalny kształt izotermy oraz wskazują na zachodzenie tylko procesu sorpcji fizycznej. Ponadto uzyskane wyniki nie zgadzają się z teorią procesu, zakładającą jego egzotermiczny charakter [Ocieczek 2001]. Wysokie wartości  $v_m$  dla produktu III i IV mogą być uzasadnione dużą zawartością białka i węglowodanów (substancji hydrofilowych), tj. znaczną dostępnością miejsc polarnych. Zaskakująca ze względu na największą zawartość hydrofobowych błonnika i tłuszczów jest wysoka wartość  $v_m$  dla produktu V. Najmniejszą pojemnością warstwy monomolekularnej charakteryzowały się produkty VII i II.

Porównując badany proszek z innymi produktami, zauważyć można, że parametry równania BET, zwłaszcza pojemności monowarstwy i aktywności wody, porównywalne były dla kawy instant [Ocieczek 2010]. Wartość pojemności warstwy monomolekularnej była bardzo zbliżona do wartości tego parametru dla koncentratu z serwatki z odtłuszczonego mleka bawolego w proszku ( $v_m = 4,2090$ - $5,5831$ ) [Sawhney i in. 2014]. Wartości parametru C analizowanych preparatów białkowych są bardzo wysokie w porównaniu z wyżej wspomnianymi badaniami [Ocieczek 2010; Sawhney i in. 2014]. Wartości współczynnika  $R^2$  były wysokie i wynosiły powyżej 0,95, co świadczy, że zastosowany model BET dobrze opisywał izotermy adsorpcji badanych preparatów. W większości badanych produktów średni błąd kwadratowy (RMS [%]) oscylował poniżej 10%. Największe średnie błędy kwadratowe, świadczące o niedopasowaniu metody do danych eksperymentalnych, zaobserwowano przy produkcie III i VII. Najmniejsze wartości RMS świadczące o dopasowaniu modelu BET zaobserwowano w produkcie I i V. Produkty te charakteryzowały także najmniejsze wartości błędów standardowych [Nowacka i in. 2012].

W tabeli 6 zaprezentowano charakterystykę strukturalną produktów na podstawie równania BET.

Tabela 6

Charakterystyka strukturalna badanych produktów oszacowana na podstawie parametrów równania BET

Produkt	Powierzchnia właściwa sorpcji [m <sup>2</sup> /g]	Ogólna objętość kapilar [mm <sup>3</sup> /100 g s.m.]	Najbardziej prawdopodobny promień kapilar [nm]
I	177,7034	85,3130	3,1696
II	158,6887	98,1215	3,7617
III	192,1250	85,0941	3,4016
IV	189,8602	105,9782	3,8109
V	<u>192,7133</u>	61,2956	2,5867
VI	184,4516	85,2978	3,2402
VII	145,4333	56,6130	2,3586

Źródło: opracowanie własne.

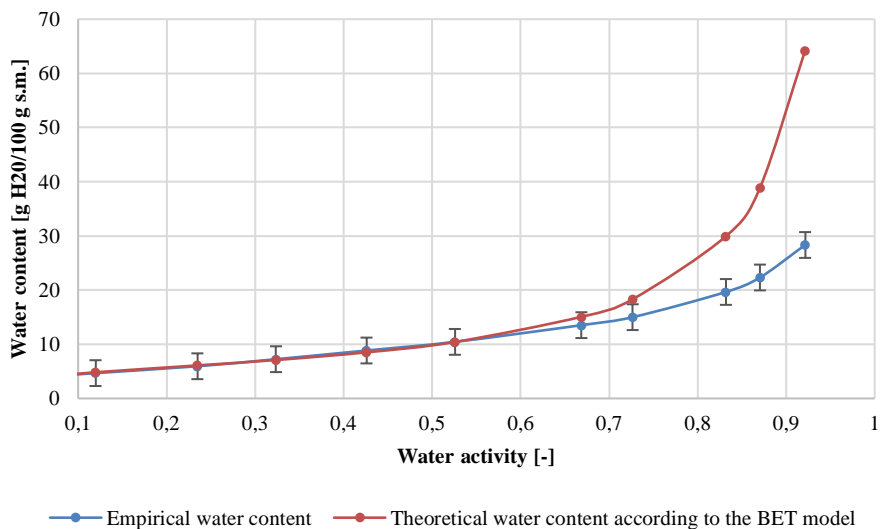
Przeprowadzona charakterystyka strukturalna badanych surowców wskazała na największą powierzchnię właściwą sorpcji w produkcie III oraz V. Najwyższe wartości tego parametru oraz najwyższa pojemność monowarstwy pozwalają wnioskować o najwyższej stabilności i trwałości przechowalniczej produktu V (białka z dyni). Najmniejszą zaś trwałością przechowalniczą charakteryzowało się białko z ryżu brązowego.

Najbardziej prawdopodobny promień kapilar wahał się w zakresie 2,3586–3,7617 nm, a ogólna objętość kapilar 56,6130–105,9782 mm<sup>3</sup>/100 g s.m. Największym najbardziej prawdopodobnym promieniem kapilar, a także ich największą ogólną objętością, charakteryzował się produkt IV, a najmniejszymi wartościami tych parametrów – produkt VII. W związku z powyższym produkt IV cechował się najbardziej porowatą strukturą, natomiast produkt VII – strukturą najmniej porowatą. Niewielka wartość najbardziej prawdopodobnego promienia kapilar charakteryzowała również produkt V.

Struktura mikrokapilarna tego produktu tłumaczyć może jego wysoką trwałość, pomimo znaczącej zawartości składników hydrofobowych, ponieważ produkty z dużym udziałem kapilar o małym promieniu cechują się wyższymi pojemnościami monowarstwy [Ocieczek 2001]. Różnice badanych parametrów tłumaczyć należy odmiennością procesu produkcji, struktury i składu chemicznego preparatów białkowych.

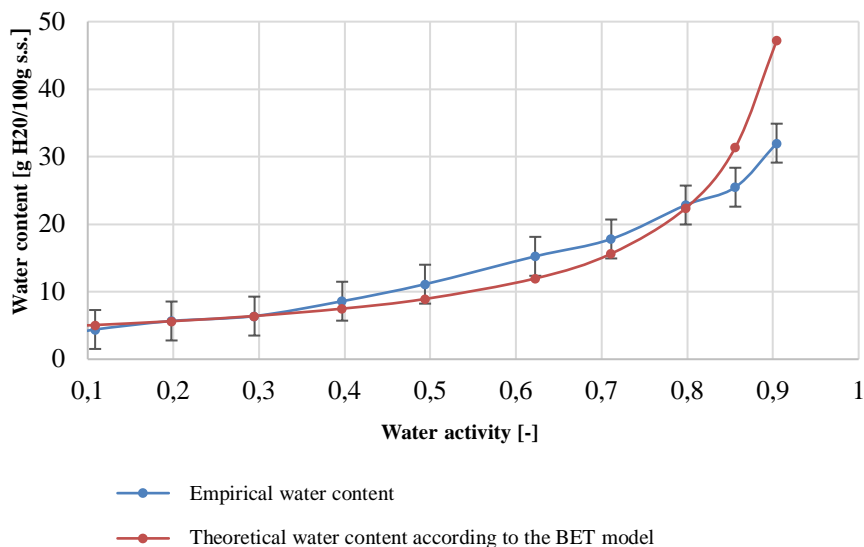
Porównując otrzymane wyniki z dostępnymi źródłami literaturowymi, zaobserwowano zbliżone wartości ogólnej objętości kapilar badanych produktów do liofilizatów owocowych i warzywnych w proszku, badanych przez Ruszkowską [Ruszkowska, Kropisz i Wiśniewska 2019].

Wartości powierzchni właściwej sorpcji dla większości produktów oraz najbardziej prawdopodobnego promienia kapilar dla produktu V i VII zbliżone były do wyników badań Ruszkowskiej i Dmowskiego dla czarnej herbaty [Ruszkowska i Dmowski 2017].



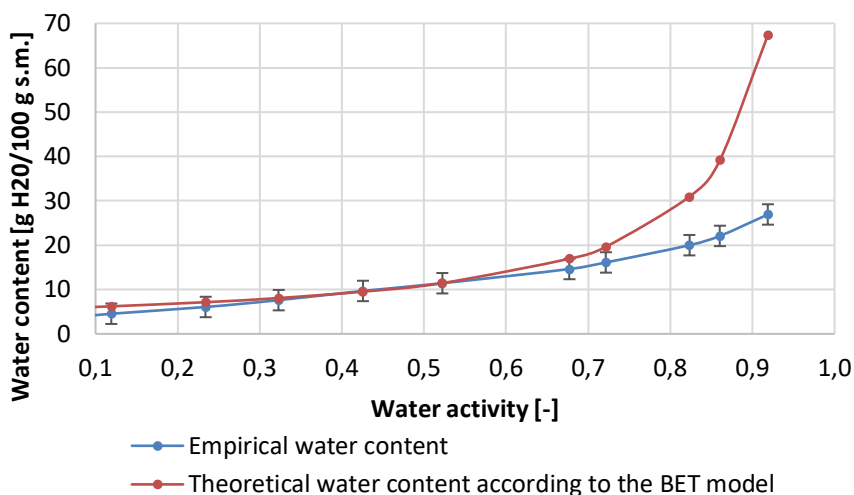
**Rys. 2.** Produkt I – empiryczny i teoretyczny przebieg izoterm sorpcji w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$

Źródło: opracowanie własne.



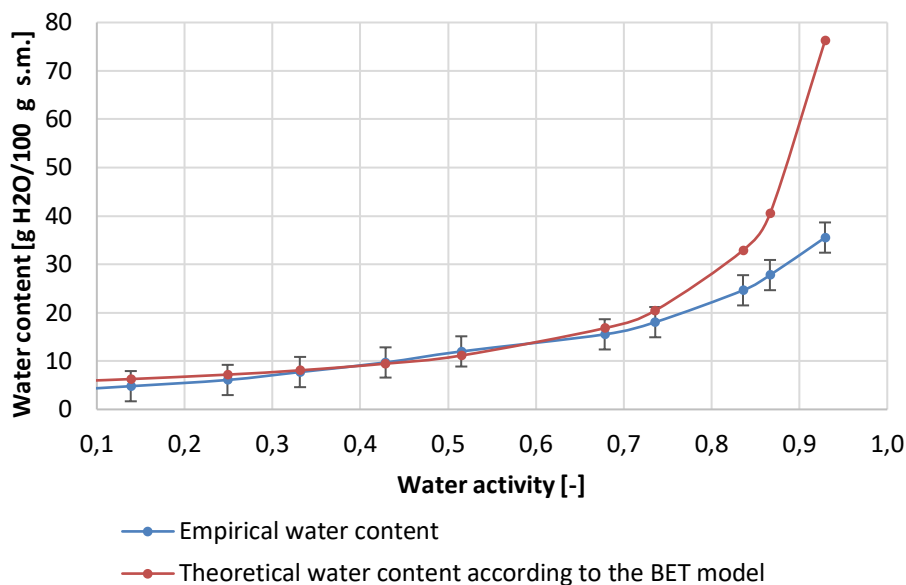
**Rys. 3.** Produkt II – empiryczny i teoretyczny przebieg izoterm sorpcji w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$

Źródło: zestawienie własne.



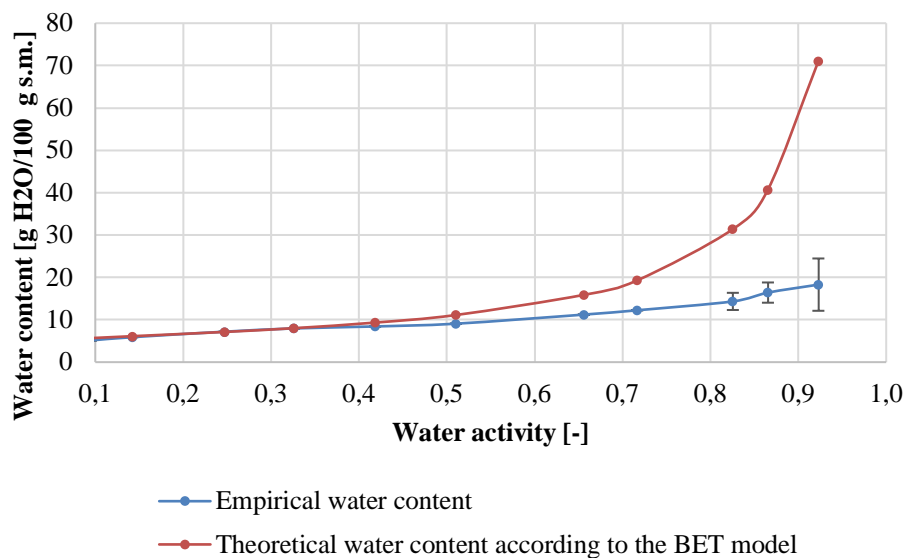
**Rys. 4.** Produkt III – empiryczny i teoretyczny przebieg izotermy sorpcji w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$

Źródło: zestawienie własne.



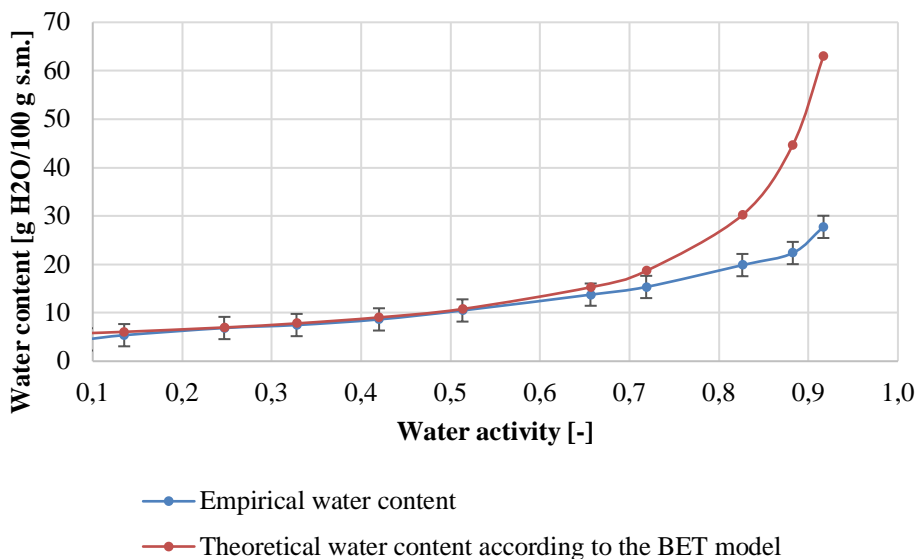
**Rys. 5.** Produkt IV – empiryczny i teoretyczny przebieg izotermy sorpcji w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$

Źródło: zestawienie własne.



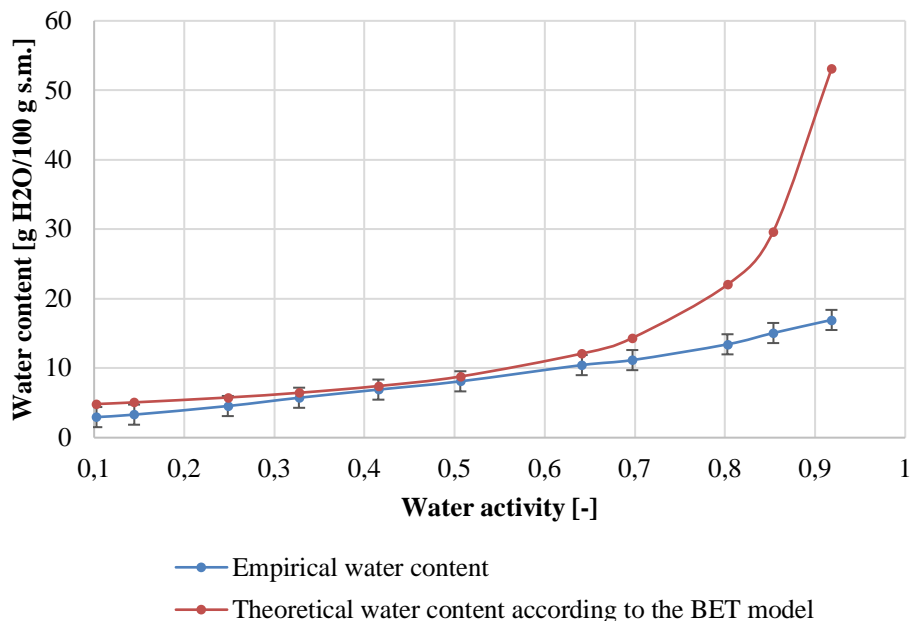
**Rys. 6.** Produkt V – empiryczny i teoretyczny przebieg izotermi sorpcji w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$

Źródło: zestawienie własne.



**Rys. 7.** Produkt VI – empiryczny i teoretyczny przebieg izotermi sorpcji w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$

Źródło: zestawienie własne.



**Rys. 8.** Produkt VII – empiryczny i teoretyczny przebieg izoterm sorpcji w zakresie aktywności wody  $a_w = 0,07\text{--}0,98$

Źródło: zestawienie własne.

Z porównania widocznych na rysunku krzywych wynika, że zastosowanie równania BET dla produktu I, III, IV, VI i VII pomaga odwzorować zjawisko sorpcji w najszerszym zakresie 0,07–0,6 (rys. 2, 4, 5, 7 i 8). W przypadku produktu II obserwuje się największy zakres odwzorowania zjawiska przy użyciu równania BET (0,07–0,40) (rys. 3). Zakres odwzorowania zjawiska dla produktu V wynosił od 0,07–0,40 (rys. 6).

## PODSUMOWANIE

Suplementy białkowe ze względu na dużą zawartość białka oraz wysoki stopień rozdrobnienia stanowią produkt podatny na obniżenie jakości na skutek przechowywania w nieodpowiednich warunkach. Jakość ich w znaczącym stopniu warunkuje aktywność wody w produkcie, związanej z jego składem chemicznym: obecnością substancji hydrofobowych oraz hydrofilowych, a także właściwościami jego struktury, jak pojemność warstwy monomolekularnej czy porowatość.

Z tego względu prowadzone procesy produkcyjne i skład surowcowy preparatów białkowych mają decydujące znaczenie dla ich trwałości.

Izotermy sorpcji badanych produktów charakteryzowały się przebiegiem podobnym do izoterm typu II według klasyfikacji Brunauera, charakterystycznym dla produktów wysokobiałkowych. Wszystkie produkty cechowały znaczące wartości parametru stałej energetycznej  $c_e$ . Najbardziej prawdopodobny promień kapilar dla poszczególnych produktów wynosił 2,3586–3,7617 nm, a ogólna objętość kapilar wahała się w zakresie 56,6130–105,9782 mm<sup>3</sup>/100 g s.m. Porównanie empirycznego i teoretycznego przebiegu izotermy wskazało na ograniczony zakres odwzorowania zjawiska sorpcji za pomocą równania BET.

Wśród badanych suplementów najwyższą trwałością, określoną na podstawie pojemności monowarstwy i powierzchni właściwej sorpcji, mimo najwyższej początkowej aktywności i zawartości wody w produkcie, charakteryzowało się organiczne białko z dyni. Produktem najbardziej podatnym na obniżenie jakości pod wpływem działania wody było białko z ryżu brązowego o niewielkim rozwinięciu powierzchni sorpcji.

Na podstawie przeprowadzonych badań nie jest możliwe jednoznaczne stwierdzenie, która z grup: białka pochodzenia roślinnego, czy zwierzęcego oraz które z rodzajów preparatów białkowych: koncentraty, izolaty, produkty białkowe czy hydrolizaty stanowią produkt o najwyższej trwałości.

## BIBLIOGRAFIA

1. Gawęcki J. (red.), *Białka w żywności i żywieniu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu, Poznań 2016.
2. Hébrard A., Oulahna D., Galet L., Cuq B., Abecassis J., Fages J., *Hydration Properties of Durum Wheat Semolina: Influence of Particle Size and Temperature*, Powder Technology, 2003, 130(1–3), s. 211–218.
3. Hogan S., O'Callaghan D., *Moisture and Stickiness Behavior of Hydrolised whey Protein/Lactose Powders*, Dairy Science & Technology, 2013, 93, s. 505–521.
4. Krelowska-Kułas M., *Badania jakości produktów spożywczych*, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1993.
5. Lewicki P.P., *A Three Parameter Equation for Food Moisture Sorption Isotherms*, Journal of Food Process Engineering, 1998, 21, s. 127–144.
6. Limousin G., Gaudet J.-P., Charlet L., Szenknect S., Barthès V., Krimissa M., *Sorption Isotherms: A Review on Physical Bases, Modeling and Measurement*, Applied Geochemistry, 2007, 22(2), s. 249–275.



7. Nowacka M., Janiak G., Kidoń M., Czapski J., Witrowa-Rajchert D., *Zastosowanie modeli matematycznych do opisu izoterm adsorpcji pary wodnej suszonej marchwi purpurowej i pomarańczowej*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2012, 5(84), s. 60–72.
8. Ociecek A., *Badania modeli oceny trwałości przechowalniczej produktów higroskopijnych na przykładzie makaronu* (praca doktorska), Wyższa Szkoła Morska w Gdyni, Gdynia 2001.
9. Ociecek A., *Comparing the Sorptive Properties of Selected Brands of Instant Coffee – A Short Report*, Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 2010, 60(3), s. 261–264.
10. Ociecek A., Ruszkowska M., *Sorption Properties of the Selected Food Products with Special Nutritional Purposes for Infants*, Towaroznawcze Problemy Jakości, Polish Journal of Commodity Science, 2015, 3(44), s. 31–38.
11. Ociecek A., Ruszkowska M., Palich P., *Porównanie właściwości sorpcyjnych wybranych rodzajów skrobi*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2012, 45(3), s. 1018–1023.
12. Ociecek A., Skotnicka M., *Porównywanie właściwości grzybów suszonych w kontekście ich stabilności przechowalniczej*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 2017, 98(3), s. 296–301.
13. Ościk J., *Adsorpcja*, PWN, Warszawa 1983.
14. Paderewski M., *Procesy adsorpcyjne w inżynierii chemicznej*, WNT, Warszawa 1999.
15. Power O., Maidannyk V., Mc Sweeney D., Fenelon M., O'Mahony J., McCarthy N., *Water Sorption and Hydration Properties of High Protein Milk Powders are Influenced by Enzymatic Crosslinking and Calcium Chelation*, Powder Technology, 2020, 364, s. 680–688.
16. Ruszkowska M., Dmowski P., *The Evaluation Quality of Black Tea – Based on the Characteristics of Hygroscopic Properties Designated by the Static Method*, Towaroznawcze Problemy Jakości, Polish Journal of Commodity Science, 2017, 4(53), s. 61–70.
17. Ruszkowska M., Kropisz P., Wiśniewska Z., *Evaluation of the Stability of the Storage of Selected Fruit and Vegetables Freeze-Dried Powder Based on the Characteristics of the Sorption Properties*, Scientific Journal of Gdynia Maritime University, 2019, 109, s. 55–63.
18. Ruszkowska M., Matusik M., *Ocena właściwości sorpcyjnych wybranych handlowych błonników o smaku owocowym*, Bromatologia i Chemia Toksykologiczna, 2018, 3, s. 233–238.
19. Ruszkowska M., Palich P., *Characteristics of Sorption Properties of Selected Powdered Food Products*, Polish Journal of Natural Sciences, 2017, 31(2), s. 263–273.
20. Sawhney I., Sakar B., Patil G., Sharma H., *Moisture Sorption Isotherms and Thermodynamic Properties of Whey Protein Concentrate Powder from Buffalo Skim Milk*, Journal of Food Processing and Preservation, 2014, 38, s. 1787–1798.

## CHARACTERISTICS OF THE SORPTION PROPERTIES OF SELECTED POWDER PROTEIN SUPPLEMENTS

**Abstract:** The aim of the study was to evaluate sorption properties of commercial protein preparation in form of powder. Research material consisted of 7 protein supplements. The evaluation of quality characteristics included determination of water content, activity and sorption properties by static-desiccator method.

It was found that products were characterized by different levels of water content and activity determined by ingredients and production process of preparations. The highest storage stability was observed for organic pumpkin protein.

**Keywords:** protein preparations, sorption isotherm, BET, storage stability.

# ZRÓWNOWAŻONA KONSUMPCJA INHIBITOREM MARNOTRAWSTWA ŻYWNOSCI

**Jerzy ŻUCHOWSKI<sup>1</sup>, Magdalena PAŹDZIOR<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Inżynierii Chemicznej i Towaroznawstwa, Katedra Towaroznawstwa i Nauk o Jakości,  
e-mail: j.zuchowski@uthrad.pl

<sup>2</sup> Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Wydział Sztuki,  
Katedra Wzornictwa, e-mail: m.pazdzior@uthrad.pl

**Streszczenie:** Tematyka artykułu obejmuje problem marnowania żywności na etapie konsumpcji w gospodarstwach domowych jako efektu niezrównoważonych zachowań konsumenckich. Celem pracy była synteza danych, obrazujących skalę zjawiska marnowania produktów spożywczych przez konsumentów indywidualnych w Polsce oraz ocena ich postaw w tym zakresie. W artykule wskazano formalne działania i inicjatywy oraz ich powiązanie z 12. celem zrównoważonego rozwoju, tj. odpowiedzialną konsumpcją i produkcją w kontekście zadania 12.3, zakładającego m.in. do 2030 roku zmniejszenie o połowę globalnej ilości marnowanej żywności *per capita*. Zbadano zachowania konsumentów w odniesieniu do ich nieodpowiedzialnych postaw konsumpcyjnych w zakresie zakupów i konsumpcji żywności. Stwierdzono, że pomimo świadomości konsumentów w zakresie konieczności przeciwdziałania praktykom marnowania jedzenia oraz możliwości i podejmowanych inicjatyw niwelowania tego problemu nie maleje, niestety, skala tego zjawiska na poziomie gospodarstw domowych.

**Słowa kluczowe:** konsumpcja, marnowanie, żywność, zrównoważony rozwój.

## WSTĘP

Problemy zrównoważonej konsumpcji obejmują zagadnienia realnych potrzeb indywidualnych konsumentów, bez zakupów nadmiernych ilości produktów żywnościowych, których nie będą w stanie spożyć przed upływem terminu przydatności do spożycia. Celem pracy była synteza danych, obrazujących skalę zjawiska marnowania produktów spożywczych przez konsumentów indywidualnych w Polsce oraz ocena ich postaw w tym zakresie. W kontekście analizy marnotrawstwa dóbr oraz promowania efektywnego zużycia zasobów istotne są konsumenckie decyzje zakupowe. Zachowania indywidualnych konsumentów można uznać za kluczowy wskaźnik w odniesieniu do zdefiniowania odpowiedzialnej konsumpcji produktów spożywczych oraz generowania strat, wynikających bezpośrednio z niezrównoważonych konsumenckich postaw.

Żywność należy do produktów codziennego użytku i pierwszej potrzeby. Są to wyroby nietrwałe i z zasady wymagające przestrzegania ścisłych warunków przechowywania, w związku z czym zagadnienia marnotrawstwa żywności, a w następstwie marnotrawstwa dóbr, nabierają strategicznego znaczenia w dyskusji i działaniach, ukierunkowanych na maksymalizację efektu zrównoważonej konsumpcji oraz realizacji formalnych celów zrównoważonego rozwoju. Walka z problemem XXI wieku, związanym z marnotrawstwem żywności, powinna więc mieć swoje źródło w budowaniu postaw i świadomości gospodarstw domowych oraz producentów i handlowców żywnością [Stępień i Dobrowolski 2017].

Według Śmiechowskiej świat ogarnął swego rodzaju wyścig konsumpcyjny, przejawiający się w zakupach ponad potrzeby, czego konsekwencją są m.in. straty żywności i jej marnotrawienie [Śmiechowska 2015].

Autorzy Blair i Sobal dokonali redefiniowania pojęcia konsumpcji luksusowej jako równoznacznej z marnotrawieniem żywności i nadmierną konsumpcją, prowadzącą zarówno do niekorzystnych skutków dla zdrowia konsumentów, jak i jednocześnie nadmiernego wykorzystania zasobów. Opracowali prognozy zachowań tak zdefiniowanej konsumpcji luksusowej i jej skutków dla środowiska, stosując procedury wzorowane na analizie energetycznej i analizie śladu ekologicznego [Blair i Sobal 2006].

Produkcja zmarnowanej żywności wymaga zasobów: wody, ziemi, energii, pracy oraz nakładów, takich jak nawozy i pestycydy, co generuje 8% światowej emisji gazów cieplarnianych [O'Connor 2019]. Wyrzucanie jedzenia równoznaczne jest z generowaniem odpadów oraz marnotrawstwem wody, energii i surowców, z których ta żywność powstaje.

Podjęta w artykule tematyka stanowi reakcję na obserwowane i udokumentowane danymi przejawy niezrównoważonej konsumpcji, w której wyniku ma miejsce nadmierna i nieuzasadniona eksploatacja zasobów naturalnych, co bezpośrednio wpływa na zmiany klimatyczne oraz powoduje poważne skutki ekonomiczne [Gniadek i in. 2019].

Życie zarówno obecnych, jak i przyszłych pokoleń warunkuje m.in. działalność człowieka, wpływająca intensywnie na planetę. Ponieważ nie mamy planety alternatywnej, dlatego tym bardziej odpowiedzialna konsumpcja jest zagadnieniem strategicznym dla ludzkości. Poza tym świadomość społeczna w Polsce w tym obszarze pozostaje jednak ciągle na niezadowalającym poziomie, pomimo wywierania w różnym stopniu presji intensyfikującej działania, zmierzające do realizacji celów zrównoważonego rozwoju [Żuchowski i Żuchowska-Grzywacz 2018].

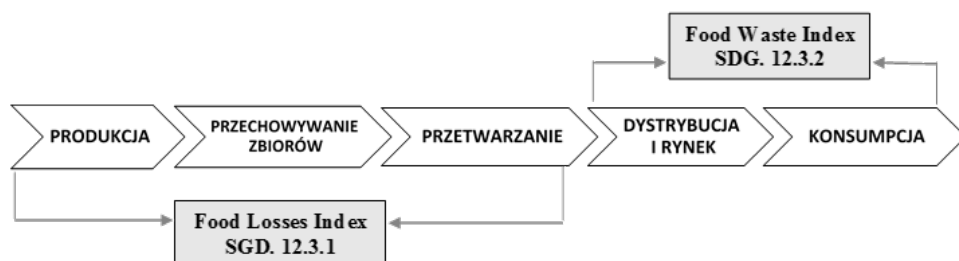
## 1. MARNOTRAWSTWO ŻYWNOŚCI W GOSPODARSTWACH DOMOWYCH

Statystyczny Polak marnuje aż 247 kg jedzenia rocznie, co stanowi piąte miejsce w UE [Federacja Polskich Banków Żywności 2019]. Według informacji BIG InfoMonitor statystyczną osobą marnującą żywność najczęściej jest mężczyzna, między 18. a 24. rokiem życia, mieszkający w dużym mieście (aż 54%). Najlepiej wypadają według tych danych konsumenci w wieku 65–75 lat [BIG InfoMonitor 2020].

FAO (*Food and Agriculture of the United Nations Organization*) zdefiniowała marnotrawienie w łańcuchu żywnościowym jako *Food Loss&Waste* (FLW), w zakresie straty żywności (*food loss*) na etapie produkcji pierwotnej i przetwarzania oraz odpadów żywności (*food waste*) na etapie dystrybucji (sprzedaż i logistyka) oraz gospodarstw domowych i gastronomii, które dotyczą żywności przeznaczonej do spożycia przez ludzi i która z jakichś względów jednak została wyrzucona. Zmarnowana żywność (*food wastage*) to każda żywność utracona w obu wymienionych obszarach.

Uznano, że miernikiem postępu w kierunku realizacji 12. celu zrównoważonego rozwoju, tj. odpowiedzialnej konsumpcji i produkcji w kontekście zadania 12.3, zakładającego m.in. do 2030 roku zmniejszenie o połowę globalnej ilości marnowanej żywności *per capita* w sprzedaży detalicznej i konsumpcji, będą dwa niezależne wskaźniki: strat żywności – *Food Losses Index* koncentrujący się na podaży (FLI) i marnotrawienia żywności – *Food Waste Index*, koncentrujący się na popycie (FWI). Dostępne dane wskazują, że jedynie ostatni element stanowi aż 65% FLW, z czego 53% generują gospodarstwa domowe [FAO 2019].

Na rysunku 1 zaprezentowano pięć kolejnych etapów strat i marnotrawstwa na różnych etapach łańcucha dostaw żywności.



**Rys. 1.** Marnowanie żywności w łańcuchu dostaw w powiązaniu ze wskaźnikami 12. celu zrównoważonego rozwoju

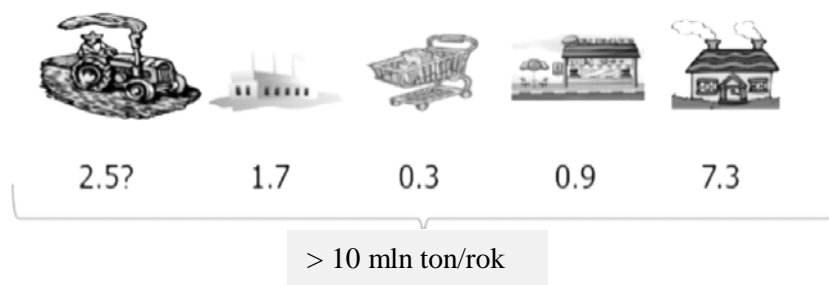
Źródło: opracowanie na podstawie: FAO Statistical Division, 2018.

Etap konsumpcji obejmuje dom lub firmę konsumenta, w tym restauracje i firmy cateringowe oraz dotyczy: jedzenia zmarnowanego ze względu na jakość, jedzenia kupionego, ale niezjedzonego oraz jedzenia ugotowanego, ale niespożytego [FAO Statistical Division 2018]. W opracowaniach odnośnie do tematyki marnowania żywności zwraca się również uwagę na problemy związane z ustaleniem rzeczywistych danych w zakresie skali marnowanej żywności, zwłaszcza ze względu m.in. na zmienność zachowań konsumentów oraz problemy skompletowania danych w ujęciu lokalnym i globalnym. Bilans, jaki powinien działać w teorii, wynika z zapisu:

### ZAKUPY – KONSUMPCJA = MARNOTRAWSTWO

Jednak takie działanie jest niepewnością prawdziwą, ale tylko wtedy, gdy dane dotyczące zakupów i konsumpcji są gromadzone regularnie i jest szacowana ich niepewność. Zalecanymi przez FAO źródłami danych są np. statystyki formalnych systemów zarządzania odpadami (kompostowanie, składowanie lub spalanie) [O'Connor 2019]. Aby monitorować postępy w realizacji 12.3 celu zrównoważonego rozwoju, FAO zaproponowała globalny wskaźnik strat żywności (*Global Food Loss Index* GFLI). Celem indeksów marnowania żywności jest umożliwienie decydentom politycznym analizy tendencji w czasie, w odniesieniu do roku bazowego 2015 [Minor, Thornsby i Mishra 2019]. Do października 2019 roku tylko 15 krajów na całym świecie (tj. Arabia Saudyjska, Australia, Dania, Estonia, Hiszpania, Holandia, Japonia, Kanada, Meksyk, Norwegia, Nowa Zelandia, Słowenia, Stany Zjednoczone, Wielka Brytania i Włochy) udostępniło formalnie wartości bazowe dotyczące strat żywności (*Loss&Waste*) [O'Connor 2019].

Na rysunku 2 zaprezentowano przykładową linię bazową dla raportowania łańcucha marnowania żywności, proponowaną przez FAO.



**Rys. 2.** Udział poszczególnych etapów łańcucha procesu marnowania żywności

Źródło: opracowanie na podstawie: FAO Statistical Division, 2018.

Metody stosowane do wartościowania FLW zależą od tego, kto dokonuje pomiaru, oraz dostępnych informacji. Wskazówki, dotyczące wyboru metody, można znaleźć w rankingu metod analizy ilościowej FLW. Udzielenie odpowiedzi na 11 pytań skutkuje generowaniem uporządkowanej listy metod pomiaru [FLW 2016].

Jednym z ujęć problemu marnowania żywności jest też koncepcja FAO mapowania strat żywności z uwzględnieniem płci. W tym podejściu uzależniono podejmowanie oraz realizację strategii i interwencji w zakresie ograniczania utraty żywności od podstawowych czynników społeczno-kulturowych i kwestii równoprawnienia kobiet i mężczyzn [FAO 2018].

Studium przypadku na poziomie gospodarstwa domowego na podstawie informacji demograficznych i behawioralnych wraz z tygodniowym dziennikiem FLW zaproponował Jean-Baptiste. Opracowano narzędzia do gromadzenia danych w zakresie badania gospodarstw domowych (dziennik odpadów żywnościowych), system ich rejestrowania – ważenia – w celu zbadania codziennych praktyk usuwania odpadów w gospodarstwach. Autor wykazał, że wysiłki na rzecz zapewnienia długoterminowych zmian wymagają stworzenia synergii między edukacją, lokalną infrastrukturą i zaangażowaniem konsumentów [Jean-Baptiste 2013].

Należy podkreślić, że pomimo opracowań naukowych i formalnych nadal w skali międzynarodowej brak jednoznacznych ram metodycznych gromadzenia, przetwarzania oraz prezentacji danych liczbowych, opisujących zjawisko marnotrawstwa żywności [Bednarczyk i Śleszyński 2019].

## **2. INHIBICJA MARNOWANIA ŻYWNOCI W GOSPODARSTWACH DOMOWYCH**

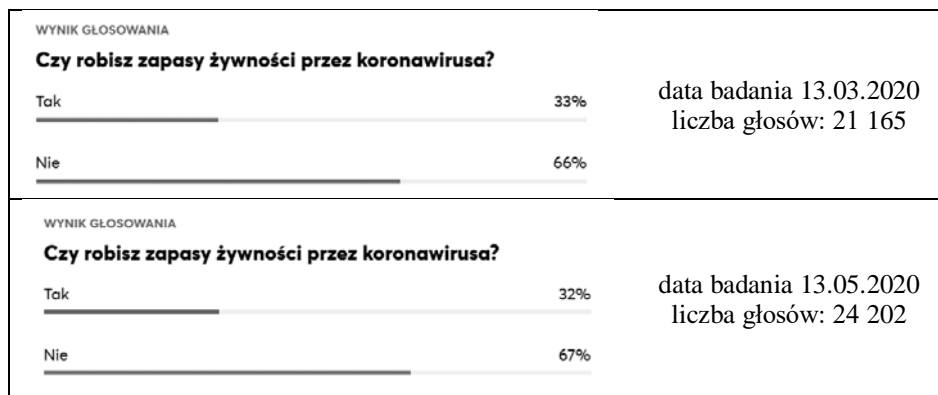
Polacy marnują żywność z dość przyziemnych powodów. Racjonalne decyzje zakupu żywności powinny być traktowane jako przykazanie dekalogu świadomego konsumenta [Dąbrowska i Janoś-Kresło 2013]. Według Gutkowskiej i Ozimek [2008] do zmiany zachowań zakupowych i konsumpcyjnych mogą przyczynić się ludzie młodzi, wpływając coraz wyraźniej na decyzje nabywcze rodziców. Pozwala to sądzić, że przyszłościową postawą młodych konsumentów będzie zrównoważona konsumpcja, którą zarażą dorośli [Gutkowska i Ozimek 2008].

Marnotrawienie żywności w gospodarstwie domowym może wynikać m.in. z błędów w przygotowaniu potraw, braku odpowiednich urządzeń lub złych warunków przechowywania, fizycznych uszkodzeń produktów, ich rozlania czy rozsypiania podczas przygotowania potraw, przygotowania zbyt dużych porcji, zanieczyszczeń czy problemów z utrzymaniem bezpieczeństwa żywności z przeoczeniem terminów przydatności włącznie [CEC 2019]. Według badań CBOS jest

to efekt nieodpowiedniej wiedzy, związanej z warunkami prawidłowego przechowywania żywności oraz możliwościami ponownego wykorzystania pozostałości z przygotowywanych posiłków.

Wśród najczęściej wymienianych przyczyn wyrzucania żywności są: przekroczenie terminu ważności, zbyt duże zakupy, zakup produktu o niewłaściwej jakości, zbyt duże porcje posiłków, niewłaściwe przechowywanie [CBOS 2016]. Z przeglądu badań, dotyczących podłoża marnowania żywności przez indywidualnych konsumentów, wynika również, że przyczyny są podyktowane ich postawami, a część z analizowanych czynników stanowi także efekt niezależnych (losowych) zdarzeń, m.in. o charakterze naturalnym (np. braki w dostawie prądu) [Karaczun 2018]. Do takich kryzysowych sytuacji można również zaliczyć okres pandemii, w którym kupowanie żywności na zapas wynika m.in. z myśli o zabezpieczeniu się na wypadek choroby czy możliwych ograniczeń w dostępności produktów [Witwicka 2020].

Na rysunku 3 zaprezentowano wyniki sondy aktywnej *online* bez ograniczeń czasowych na pytanie: Czy robisz zapasy żywności przez koronawirusa? W badaniu do 13 marca wzięło udział 21 165 internautów, natomiast do 12 maja 2020 r. odpowiedzi udzieliło ponad 24 tys. respondentów [Witwicka 2020]. Porównanie wyników sondy z początku rozwoju epidemii w Polsce z wynikami po dwóch miesiącach pokazuje spadek liczby osób, robiących zakupy na zapas. Niemniej jednak ogółem 32% badanych stwierdziło, że kupiło żywność na zapas, co może w pewnym stopniu stanowić ryzyko jej zmarnowania.



**Rys. 3.** Odpowiedzi na pytanie: Czy robisz zapasy żywności przez koronawirusa?

Źródło: opracowanie na podstawie: Witwicka 2020.



Mając na uwadze przyczyny i skalę zjawiska, tym bardziej wydają się być istotne działania, związane z modelowaniem postaw indywidualnych konsumentów w kontekście ograniczania marnotrawienia żywności. W literaturze przedmiotu spotyka się opracowania, traktujące gospodarstwa domowe jako kluczowe miejsce doskonalenia działań, zmierzających do minimalizacji marnotrawstwa żywności poprzez m.in. podstawową edukację konsumencką na poziomie planowania i robienia zakupów, jak i późniejszego obchodzenia się z żywnością w kuchni. Dla przykładu naukowcy z Uniwersytetu w Houston zaproponowali jako metodę zmniejszenia marnotrawstwa żywności „humanizację” produktów spożywczych. Porównali zmiany w wyglądzie starzejących się ludzi do zmian wyglądu przechowywanych owoców i warzyw, które nadal są pełnowartościowe, ale utraciły już świeży wygląd lub mają skazy. Konsumentci utożsamiają piękno z jakością, a to powoduje według autorów, że np. drobne skazy na świeżych produktach spożywczych przekładają się na 1,3 miliarda ton zmarnowanej żywności rocznie (w skali świata) [Mead i in. 2016].

Federacja Polskich Banków Żywności popularyzuje Zasadę 4P, według której trzeba położyć nacisk na: planowanie zakupów, przetwarzanie produktów, podzielenie się żywnością i posegregowanie, czyli oddzielanie bioodpadów od innych. Odpowiednie przechowywanie produktów spożywczych zapobiega psuciu lub zapewnia ich dłuższą przydatność do spożycia. Działaniem możliwym do wprowadzenia w gospodarstwach domowych jest również optymalna logistyka, wynikająca z zasady FIFO (*First In-First Out*), regulująca kolejność spożywania zakupionych produktów zgodnie z ich zakupem. Polecane rozwiązanie obejmuje też samodzielne porcjowanie jedzenia w domu, co zaspokaja aktualną potrzebę i zapobiega tworzeniu resztek [Marnowanie żywności... 2020]. Za bezcenne narzędzie minimalizacji zjawiska marnotrawstwa żywności przez indywidualnych konsumentów można uznać wszelkiego rodzaju inicjatywy o charakterze warsztatów kulinarnych czy innych programów formalnych. W skali globalnej pomagają one ograniczyć zużycie zasobów naturalnych i w konsekwencji wpływać na zmiany klimatu.

### 3. MATERIAŁ I METODYKA BADANIA

Podmiotem badań była zbiorowość incydentalna 143 konsumentów, którym zdarza się wyrzucać niezjedzoną żywność. Pytania zamknięte (alternatywne i z wieloma wariantami odpowiedzi) dotyczyły zachowań konsumentów odnośnie do marnowania jedzenia w ich gospodarstwach domowych. Wyniki zebrano w formie internetowej, co nie ograniczyło terytorialnie obszaru badania. Wskaźnik odpowiedzi „*response rate*” wyniósł 76%. Jako narzędzie badawcze wykorzystano kwestionariusz ankiety. Badanie zrealizowano w styczniu 2020 roku [Bujak 2019].

W tabeli 1 zawarto charakterystykę respondentów.

**Tabela 1**

Charakterystyka respondentów

Zmienne metryczkowe		Udział [%]
Płeć	Kobiety	76,0
	Mężczyźni	24,0
Wiek	> 30 lat	36,0
	30–50 lat	33,0
	51–70 lat	23,0
	< 70 lat	8,0
Wykształcenie	Podstawowe	22,0
	Średnie	28,0
	Wyższe	50,0
Miejsce zamieszkania	Wieś	34,0
	Miasto	66,0
Dochód na jednego członka gospodarstwa	> 500 zł	9,0
	500–1500 zł	44,0
	1501–2500 zł	26,0
	< 2500 zł	21,0

Źródło: opracowanie własne.

W badaniu wzięło udział trzykrotnie więcej kobiet niż mężczyzn. Najwięcej respondentów było w wieku poniżej 30 lat. Ogółem w wieku do 50. roku życia było 79% badanych. Wykształceniem wyższym legitymowało się 50% badanych. Blisko 2/3 respondentów mieszkało w mieście, a niespełna połowa zadeklarowała dochód w gospodarstwie domowym na jednego członka rodziny w przedziale powyżej 1501 zł. Ze względu na temat badania można uznać za korzystny znaczący udział respondentów młodych w wieku produkcyjnym o wykształceniu wyższym i przeciętnych dochodach.

#### 4. WYNIKI BADANIA

W badaniu zachowań konsumentów wobec marnowania żywności na etapie ich gospodarstw domowych porównano zawartość koszyka zakupowego najczęściej kupowanych produktów spożywczych z deklarowanym przez badanych formatem wyrzucanego jedzenia. Ankietowani mogli wskazać więcej niż jedną odpowiedź (tab. 2).

Porównanie rodzaju produktów najczęściej kupowanych i produktów najczęściej wyrzucanych wskazało, że w obu grupach produktów znalazły się wędliny, pieczywo, warzywa, jogurty i owoce. Należy jednak podkreślić, że wędliny i pieczywo respondenci uznali za produkty najczęściej przez nich kupowane i jednocześnie najczęściej wyrzucane (około połowa wskazań), co w tym przypadku stawia te produkty na pozycji podstawowego składnika marnowanej żywności na etapie gospodarstw domowych.

Uzyskane w badaniu wyniki są częściowo zbieżne z danymi z Raportu Federacji Banków Żywności (N = 225), gdzie na pierwszym miejscu wśród najczęściej marnowanych produktów również wymieniano pieczywo (49%), a następnie owoce (46%) i wędliny (45%) [Banki Żywności 2018]. W tym badaniu, podobnie jak w badaniu własnym, wskazano tę samą pierwszą piątkę produktów marnowanych.

**Tabela 2**

Produkty spożywcze najczęściej wyrzucane i kupowane

Produkty spożywcze*	Odpowiedzi [%]	
	wyrzucane	kupowane
Wędliny	48	44
Pieczywo	40	64
Warzywa	40	32
Jogurty	28	40
Owoce	20	60
Mięso	12	24
Sery	12	28
Makarony i kasze	8	20
Mleko	4	28
Dania gotowe	4	12
Jaja	0	4
Ryby	0	4

\*pytania wielokrotnego wyboru

Źródło: opracowanie własne.

Badano również postawy respondentów w zakresie podejścia do przeterminowanych produktów. Chodziło o zdiagnozowanie, czy próbowali oni „ratować” przeterminowane produkty spożywcze i jakie działania podejmowali, aby zminimalizować straty, związane z marnowaniem żywności w ich gospodarstwach domowych. Wyniki z tego etapu zestawiono w tabelach 3 i 4.

**Tabela 3**

## Decyzje konsumentów wobec przeterminowanej żywności

Pytanie	Odpowiedzi [%]		
	Tak	Nie	Nie mam zdania
Czy wyrzucona żywność mogłaby być jeszcze spożyta?	20	77	3
Czy próbowałeś/łaś spożyć przeterminowane produkty?	60	36	4
Co robisz z żywnością, gdy zbliża się termin jej przydatności do spożycia?	Zamrażam	Wyrzucam	Jem w pierwszej kolejności
	23	16	61

Źródło: opracowanie własne.

**Tabela 4**

## Postawy konsumentów wobec przyczyn i zapobiegania wyrzucaniu żywności

Powody wyrzucania*	Odpowiedzi [%]	Działania zapobiegawcze*	Odpowiedzi [%]
Przeterminowanie	53	Planowanie zakupów	60
Za duże porcje posiłków	40	Spożywanie produktów z kończącym się terminem przydatności	52
Nieodpowiedni smak, wygląd, kształt	28	Właściwe przechowywanie	48
Nieprzemyślane zakupy	24	Wykorzystanie resztek posiłków	48
Złe warunki przechowywania	24	Karmienie zwierząt	48
Brak inwencji własnej na wykorzystanie	20	Planowanie jadłospisu	10
Zepsucie się produktu	10	Brak działań	4

\*pytania wielokrotnego wyboru.

Źródło: opracowanie własne.

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że 60% badanych konsumentów zadeklarowało próbowanie spożycia przeterminowanej żywności i jednocześnie 20% wyrzuconych produktów można by jeszcze skosztować. Badani zamrażali żywność o zbliżającym się końcu terminu przydatności (23%) lub spożywali te produkty w pierwszej kolejności (61%).

Do najczęstszych powodów wyrzucania produktów spożywczych zaliczono upływanie terminu ich ważności (52%), a także zbyt duże porcje posiłków (40%). Jedynie 10% wskazań dotyczyło faktycznego zepsucia się żywności. Przekroczenie terminu przydatności do spożycia jako najważniejszy powód marnowania żywności potwierdzają również raporty Federacji Banków Żywności [Banki Żywności 2018].

Analiza deklarowanych przez badanych działań zapobiegawczych marnowania jedzenia wykazała, że planowanie zakupów (60% wskazań) można uznać jako kluczowe działanie ankietowanych dla minimalizacji strat, związanych z wyrzucaniem produktów spożywczych. Respondenci byli również świadomi roli zapewnienia właściwych warunków przechowywania produktów spożywczych (48%) oraz monitorowania terminu przydatności i spożywania produktów z upływającą ważnością w pierwszej kolejności (52%). Bardzo niski odsetek (4%) deklaracji braku jakichkolwiek działań wskazuje, że badani należeli do grupy konsumentów świadomych konieczności oraz możliwości zapobiegania marnotrawstwu produktów spożywczych na etapie ich domowych gospodarstw.

## PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy literaturowej i badań własnych stwierdzono, że:

- problem marnotrawstwa żywności skutkuje marnotrawieniem dóbr i w tym aspekcie ma strategiczne znaczenie w działaniach, ukierunkowanych bezpośrednio na maksymalizację zrównoważonej konsumpcji oraz pośrednio na realizację formalnych celów zrównoważonego rozwoju;
- pomimo podejmowanych działań opracowania ujednoliconego systemu monitoringu zjawiska marnotrawstwa żywności, brakuje wypracowania uniwersalnej metodyki zbierania i analizy danych w skali międzynarodowej;
- gospodarstwa domowe powinny być traktowane jako kluczowe miejsce doskonalenia działań, zmierzających do inhibicji marnotrawstwa żywności;
- wyniki badania zachowań respondentów wobec marnowania żywności wykazały, że wędliny i pieczywo mają największy udział w ogóle marnowanych przez nich produktów żywnościowych, natomiast najczęstszym powodem wyrzucanej żywności jest jej przeterminowanie;
- za najskuteczniejszy sposób zapobiegania marnowaniu żywności badani uznali odpowiednie planowanie zakupów.

Wnioski z badań potwierdziły, że zrównoważone zachowania konsumentów indywidualnych, w tym deklarowane przez nich działania zapobiegawcze, przeciwdziałają wyrzucaniu produktów spożywczych na poziomie gospodarstw domowych i jako takie mogą być traktowane jako skuteczny inhibitor zjawiska marnotrawstwa żywności.

## BIBLIOGRAFIA

1. Bednarczuk A., Śleszyński J., *Marnotrawstwo żywności – problem pomiaru i dostępności danych*, Optimum. Economic Studies, 2019, 3(97), s. 19–32.
2. Blair D., Sobal J., *Luxus Consumption: Wasting Food Resources Through Overeating*, Agriculture and Human Values, 2006, 23, s. 63–74.
3. Bujak J., *Marnotrawstwo żywności w kontekście zrównoważonego rozwoju*, praca dyplomowa, Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny w Radomiu, Radom 2019.
4. CEC, 2019, *Why and How to Measure Food Loss and Waste: A Practical Guide*, Commission for Environmental Cooperation, Montreal.
5. Dąbrowska A., Janoś-Kresło M., *Marnowanie żywności jako problem społeczny*, Handel Wewnętrzny, 2013, 4(345), s. 14–26.
6. Gniadek J., Grzeszak J., Kłosiewicz-Górecka U. i in., *Marnotrawstwo żywności – skala, skutki, przeciwdziałanie*, Tygodnik Gospodarczy, Polski Instytut Ekonomiczny, 2019, 29, s. 4–5.
7. Gutkowska K., Ozimek I., *Zachowania młodych konsumentów na rynku żywności*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2008.
8. Mead N.L., Patrick V.M., Gunadi M.P., Hofmann W., *Simple Pleasures, Small Annoyances, and Goal Progress in Daily Life*, Journal of the Association for Consumer Research, 2016, 1(4), s. 527–539.
9. Minor T., Thornsbury S., Mishra A.K., *The Economics of Food Loss in the Produce Industry*, Routledge Taylor & Francis Group, UK, 2019.
10. Stępień S., Dobrowolski D., *Straty i marnotrawstwo w łańcuchu dostaw żywności – propedeutyka problemu*, Progress in Economic Sciences, 2017, 4, s. 305–316.
11. Śmiechowska M., *Zrównoważona konsumpcja a marnotrawstwo żywności*, Annales Academiae Medicae Gedanensis, 2015, 45, s. 89–97.
12. Żuchowski J., Żuchowska-Grzywacz M., *Kierunek na zrównoważony produkt. Aspekty towaroznawcze*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii i Eksploatacji – PIB, Radom 2018.

### Źródła internetowe

13. Banki Żywności, 2018, *Marnując żywność marnujesz planetę*, [https://bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2018/10/Przewodnik-do-Raportu\\_FPBZ\\_-Nie-marnuj-jedzenia-2018.pdf](https://bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2018/10/Przewodnik-do-Raportu_FPBZ_-Nie-marnuj-jedzenia-2018.pdf) (dostęp 20.03.2020).
14. BIG InfoMonitor, 2020, *Ponad połowa Polaków traci na nieprzemyślanych zakupach, głównie z powodu żywności*, Warszawa 2020, <https://media.bik.pl/informacje-prasowe/490653/ponad-polowa-polakow-traci-na-nieprzemyslanych-zakupach-glownie-z-powodu-zywnosci> (dostęp 13.03.2020).
15. CBOS, 2016, *Deklaracje Polaków dotyczące marnowania żywności*, Komunikat z badań nr 115/2016, Fundacja Centrum Badania Opinii Społecznej, Warszawa 2016, [https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2016/K\\_115\\_16.PDF](https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2016/K_115_16.PDF) (dostęp 27.02.2020).

16. FAO, 2018, *Gender and Food Loss in Sustainable Food Value Chains – A Guiding Note*, Rome 2018, <http://www.fao.org/3/I8620EN/i8620en.pdf> (dostęp 20.03.2020).
17. FAO Statistical Division, 2018, *Methodology for Monitoring SDG Target 12.3.*, Rome 2018, <http://www.fao.org/3/CA2640EN/ca2640en.pdf> (dostęp 20.03.2020).
18. FAO, 2019, *The State of Food and Agriculture 2019. Moving Forward on Food Loss and Waste Reduction*, Rome 2019, <http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf> (dostęp 24.03.2020).
19. Federacja Polskich Banków Żywności, 2019, *Nie marnuję jedzenia*, [https://niemarnuje.bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2019/11/banki-zcc87ywnosci\\_-raport-niemarnuj-jedzenia-2019.pdf](https://niemarnuje.bankizywnosci.pl/wp-content/uploads/2019/11/banki-zcc87ywnosci_-raport-niemarnuj-jedzenia-2019.pdf) (dostęp 20.03.2020).
20. FLW, 2016, *Quantification Method Ranking Tool*, [flwprotocol.org/wp-content/uploads/2016/05/FLW-Quantification-Method-Ranking-Tool\\_As-of-June-2016-2.xlsm](http://flwprotocol.org/wp-content/uploads/2016/05/FLW-Quantification-Method-Ranking-Tool_As-of-June-2016-2.xlsm) (dostęp 24.03.2020).
21. Jean-Baptiste N., *People Centered Approach Towards Food Waste Management in the Urban Environment of Mexico*, Doctoral dissertation for Bauhaus-Universität Weimar, Germany 2013, <https://e-pub.uni-weimar.de/opus4/frontdoor/index/index/docId/2063> (dostęp 03.04.2020).
22. Karaczun Z., *Wpływ marnowania żywności na zmianę klimatu*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa 2018, [http://witrynawiejska.org.pl/data/Wplyw\\_marnowania\\_zywnosci\\_na\\_zmiane\\_klimatu\\_KK\\_web\\_strony\(1\).pdf](http://witrynawiejska.org.pl/data/Wplyw_marnowania_zywnosci_na_zmiane_klimatu_KK_web_strony(1).pdf) (dostęp 20.04.2020).
23. *Marnowanie żywności – problem, który dotyczy każdego z nas*, <https://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/marnowanie-zywnosci-problem-ktory-dotyczy-kazdego-z-nas,178255.html> (dostęp 14.04.2020).
24. O'Connor C., *SDG 12.3 and the Food Waste Index International Workshop on Food Loss and Waste Prevention*, South East and East Asia UNU, Tokyo 2019, [https://www.macs-g20.org/fileadmin/macs/Activities/S1\\_1\\_O\\_Connor\\_SDG\\_12.3\\_and\\_the\\_Food\\_Waste\\_Index.pdf](https://www.macs-g20.org/fileadmin/macs/Activities/S1_1_O_Connor_SDG_12.3_and_the_Food_Waste_Index.pdf) (dostęp 14.04.2020).
25. Witwicka K., *Zapasy żywności przez koronawirusa? Eksperci: mądrze planujemy zakupy*, 2020, <https://biznes.radiozet.pl/News/Koronawirus-i-zapasy-zywnosci.-Planujemy-na-sze-zakupy> (dostęp 15.04.2020).

## SUSTAINABLE CONSUMPTION AS FOOD WASTE INHIBITOR

**Abstract:** The subject of the work includes the problem of food waste at the stage of consumption in households as an effect of unsustainable consumer behavior. The aim of the study was to synthesize data illustrating the scale of the phenomenon of wasting food products by individual consumers in Poland and assessment of their attitudes in this respect. The article indicates formal activities and initiatives and their connection with the 12th objective of sustainable development, i.e. responsible consumption and production in the context of task

12.3 assuming by 2030 halving the global amount of wasted food. Consumer behavior was also investigated regarding their irresponsible consumer attitudes in food purchases and consumption. It was found that despite consumers' awareness of the need to counteract food waste practices and the possibilities and initiatives undertaken to overcome this problem, unfortunately the scale of this phenomenon at household level is not decreasing.text.

**Keywords:** consumption, waste, food, sustainable development.