

Żywność w XXI wieku

jakość, składniki, zdrowie



pod redakcją
Anety Brodziak
Piotra Skąleckiego

Żywność w XXI wieku
– jakość, składniki, zdrowie

AUTORZY

Remigiusz Bagrowski
Justyna Batkowska
Martyna Bednarczyk
Anna Berthold-Pluta
Aneta Brodziak
Piotr Domaradzki
Kamil Drabik
Sandra Jaśkin
Monika Kędzierska-Matysek
Marek Kowalczyk
Jolanta Król
Agnieszka Latoch
Antoni Pluta
Ewa Poleszak
Piotr Przybyłowski
Małgorzata Ryszkowska-Siwko
Dariusz M. Stasiak
Ewa Stasiuk
Anna Teter
Barbara Topyła
Patrycja Walasek
Karolina Wengerska
Róża Wolińska
Dawid Ziobro
Maria Zuba-Ciszewska

Żywność w XXI wieku – jakość, składniki, zdrowie

pod redakcją
Anety Brodziak
Piotra Skąleckiego



Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
Lublin 2022

Recenzenci

dr hab. inż. Marek Sady, prof. UR
prof. dr hab. inż. Tomasz Daszkiewicz

Skład i łamanie
Marcin Marcewicz

Opracowanie redakcyjne
Justyna Jóźkiewicz

Projekt okładki
Anna Kowalczyk



Ten utwór jest dostępny na licencji
Creative Commons Uznanie autorstwa – Na tych samych warunkach 4.0 Międzynarodowe

ISBN 978-83-7259-384-9 on-line
DOI: 10.24326/mon.2022.15



Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
<https://up.lublin.pl/nauka/wydawnictwo/>
6,2 ark. wyd.

Wstęp.....	8
-------------------	----------

Rozdział 1

Terapia żywieniowa w profilaktyce i leczeniu chorób cywilizacyjnych.....	9
---	----------

Ewa Poleszak

Wprowadzenie.....	9
Nadciśnienie tętnicze.....	10
Cukrzyca typu 2.....	12
Depresja.....	16
Astma.....	18
Choroby tarczycy.....	19
Podsumowanie.....	21
Piśmiennictwo.....	21

Rozdział 2

Relatywizm bezpieczeństwa żywności a żywność tradycyjna	25
--	-----------

Antoni Pluta, Anna Berthold-Pluta

Wprowadzenie.....	25
Bezpieczeństwo żywności.....	25
Podsumowanie.....	31
Piśmiennictwo.....	31

Rozdział 3

Zarządzanie bezpieczeństwem żywności – współczesne wyzwania.....	34
---	-----------

Antoni Pluta, Anna Berthold-Pluta

Wprowadzenie.....	34
Uregulowania prawne w zakresie bezpieczeństwa żywności.....	35
Podsumowanie.....	40
Piśmiennictwo.....	41

Rozdział 4

Tradycja i innowacje w produkcji mleka i jego przetwórstwie	43
--	-----------

Aneta Brodziak, Anna Teter, Jolanta Król, Maria Zuba-Ciszewska

Wprowadzenie.....	43
Produkcja mleka.....	43

Przetwórstwo	47
Podsumowanie.....	53
Piśmiennictwo.....	53

Rozdział 5

Jakość i pochodzenie jaj w aspekcie preferencji konsumentów	57
--	-----------

Justyna Batkowska, Kamil Drabik, Karolina Wengerska, Dawid Ziobro,

Sandra Jaśkin, Remigiusz Bagrowski

Wprowadzenie.....	57
Czynniki determinujące jakość jaj w aspekcie preferencji konsumentów	58
Jakość jaj a bezpieczeństwo konsumentów	61
Podsumowanie.....	62
Piśmiennictwo.....	62

Rozdział 6

Jakość i bezpieczeństwo miódów dostępnych na rynku lubelskim.....	67
--	-----------

Patrycja Walasek, Martyna Bednarczyk, Monika Kędzierska-Matysek,

Anna Teter, Marek Kowalczyk, Barbara Topyła, Piotr Domaradzki,

Małgorzata Ryszkowska-Siwko

Wprowadzenie.....	67
Materiał i metody.....	68
Wyniki i ich omówienie	69
Podsumowanie.....	72
Piśmiennictwo.....	72

Rozdział 7

Ocena jakości cytrynówek produkowanych metodą przemysłową i domową.....	74
--	-----------

Ewa Stasiuk, Róża Wolińska, Piotr Przybyłowski

Wprowadzenie.....	74
Cel pracy.....	76
Materiał i metody badań	76
Omówienie wyników	80
Podsumowanie.....	87
Piśmiennictwo.....	87

Rozdział 8

Barwa i oświetlenie żywności – zapewnienie jakości wyrobów mięsnych.....89

Dariusz M. Stasiak, Agnieszka Latoch

Wstęp – postrzeganie barw przez ludzi.....	89
Oświetlenie przy produkcji i obrocie żywności.....	90
Badanie barwy żywności	94
Analiza obrazów żywności	98
Podsumowanie.....	100
Piśmiennictwo.....	101

Zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego i żywieniowego dla stale rosnącej populacji światowej wymaga podjęcia kluczowych działań na rzecz zrównoważonych systemów żywnościowych. Przetworzona żywność jest – i z pewnością pozostanie – integralną częścią diety człowieka. Niemniej współcześnie konsumenci na całym świecie zmieniają preferencje żywieniowe, a co za tym idzie dietę, domagając się naturalnych i zdrowych produktów żywnościowych, wytwarzanych przy zastosowaniu bardziej zrównoważonych, bezodpadowych technologii.

Odpowiednie przetwarzanie żywności umożliwia dostarczanie na rynek produktów pożądaných przez konsumenta, bezpiecznych i o wysokich walorach odżywczych. Z tego względu głównym celem technologii przetwórczych w łańcuchu żywnościowym jest zapewnienie bezpieczeństwa zdrowotnego, zachowanie i podniesienie wartości odżywczej oraz właściwości prozdrowotnych żywności, poprawa cech sensorycznych, wydłużenie trwałości i zrównoważenie diety. Pojęcie przetwarzania żywności obejmuje wszelkie zabiegi, począwszy od pozyskania surowców, gdzie konieczne mogą być zabiegi umożliwiające na przykład transport, a kończąc na gotowym wyrobie, którym może być surowiec nieprzetworzony, przetworzony lub ultraprzetworzony. Proces przetwarzania żywności odgrywa również istotną rolę w codziennej diecie człowieka. To właśnie dieta ma kluczowy wpływ na zdrowie człowieka, pełniąc rolę profilaktyczną lub leczniczą. Z tych względów tak ważna jest wiedza z zakresu epidemiologii chorób cywilizacyjnych, tzn. niezakaźnych chorób dietozależnych. Wiedza ta jest również niezbędna w kształtowaniu świadomej polityki zdrowia publicznego, ze względu na wysokie koszty opieki zdrowotnej związanej z chorobami dietozależnymi, które negatywnie wpływają na całą gospodarkę.

ROZDZIAŁ 1

TERAPIA ŻYWIENIOWA W PROFILAKTYCE I LECZENIU CHORÓB CYWILIZACYJNYCH

WPROWADZENIE

Choroby cywilizacyjne (choroby społeczne, choroby XXI wieku) są to globalnie i powszechnie występujące choroby, których przyczyną rozwoju oraz rozprzestrzeniania jest rozwój/postęp cywilizacji. Choroby cywilizacyjne są przyczyną ponad 80% wszystkich zgonów w krajach wysokorozwiniętych (w Polsce ponad 60% zgonów). Do występowania chorób cywilizacyjnych przyczyniają się zarówno czynniki bezpośrednie, jak i pośrednie. Do przyczyn bezpośrednich należą:

- brak aktywności fizycznej,
- siedzący tryb życia,
- zła dieta (monotonna, źle zbilansowana, bogata w energię, cukry, tłuszcze zwierzęce, sól, produkty wysokoprzetworzone),
- używki (alkohol, kawa, papierosy),
- brak odpoczynku,
- stres [Konduracka 2019, Pabich i Materska 2019, Krupińska i Kosior-Lara 2020].

Czynniki pośrednie to przede wszystkim postęp technologiczny, galopujące uprzemysłowienie, zanieczyszczenie środowiska naturalnego (powietrza, gleby, wody), hałas i promieniowanie jonizujące. Aktywność fizyczna oraz dieta należą do tzw. modyfikowalnych czynników ryzyka, dlatego Światowa Organizacja Zdrowia (ang. *World Health Organization*, WHO) zaleca minimalną codzienną dawkę ruchu 10 tys. kroków (dla osób pracujących fizycznie) oraz 15 tys. kroków (dla osób pra-

¹ Katedra i Zakład Farmacji Stosowanej i Społecznej, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin, ewa.poleszak@umlub.pl

cujących umysłowo) [WHO 2022a]. Kluczowe jest także rozwijanie zdrowych nawyków żywieniowych. Jako przykłady chorób cywilizacyjnych możemy wskazać choroby układu sercowo-naczyniowego (zawał serca, miażdżyca, nadciśnienie, udar mózgu), cukrzycę typu 2 (insulinooporność), nadwagę i otyłość, nowotwory, alergie czy zaburzenia afektywne (depresja, zaburzenia lękowe) [Kaźmierczak i Niedzielski 2016, Konduracka 2019, Pabich i Materska 2019, Krupińska i Kosior-Lara 2020, Bylińska i in. 2022]. Leczenie dietą jest obecnie elementem terapii (np. w leczeniu nadciśnienia i cukrzycy) lub może ją wspomagać, np. w przypadku astmy, depresji, niedoczynności tarczycy czy limfocytarnego zapalenia tarczycy typu Hashimoto [Kolarczyk i in. 2015, Kitajewska i in. 2014, Bylińska i in. 2022].

NADCIŚNIENIE TĘTNICZE

W leczeniu nadciśnienia tętniczego (NT), zgodnie ze standardami Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego z 2019 roku [Tykarski i in. 2019], zaleca się „wdrożenie takich zmian stylu życia, które istotnie obniżają wartość ciśnienia tętniczego (CT) u osób z NT, zwiększają skuteczność farmakoterapii hipotensyjnej oraz mogą redukować ryzyko powikłań sercowo-naczyniowych i zapobiegać NT u pacjentów obciążonych rodzinnie”. Zalecane zmiany stylu życia obejmują: normalizację masy ciała, zachowanie odpowiedniej diety ze zmniejszeniem spożycia tłuszczów (zwłaszcza nasyconych) i zwiększeniem spożycia warzyw i owoców, ograniczenie spożycia alkoholu i soli, zaprzestanie palenia tytoniu oraz zwiększenie aktywności fizycznej.

Normalizacja masy ciała i zalecenia dietetyczne

Nadmierna masa ciała (nadwaga BMI > 25 kg/m² i otyłość BMI > 30 kg/m²) zwiększa ryzyko rozwoju nadciśnienia tętniczego, a zmniejszenie masy ciała, a zwłaszcza otyłości typu brzusznej, pomaga nie tylko w obniżeniu CT, lecz również ogranicza dyslipidemię i insulinooporność. Ponadto zmniejszenie masy ciała wpływa korzystnie na skuteczność leczenia hipotensyjnego. Redukcję nadmiernej masy ciała (optymalne BMI nieco poniżej 25 kg/m²) powinno się osiągnąć przede wszystkim w wyniku zmniejszenia kaloryczności i modyfikacji składu diety. Pacjentom zaleca się spożywanie warzyw i owoców (300–400 g dziennie), ryb (co najmniej dwa razy w tygodniu), ubogotłuszczowych produktów mlecznych, błonnika, produktów pełnoziarnistych i białka ze źródeł roślinnych, ograniczenie spożycia produktów z dużą zawartością tłuszczów nasyconych i cholesterolu [WHO 2010].

Kryteria te spełniają diety typu śródziemnomorskiego. Należy również unikać spożywania tak zwanych napojów energetyzujących, produktów spożywczych zawierających lukrecję oraz zawierających duże ilości fruktozy (np. syrop glukozowo-

fruktozowy). Działania podejmowane w kierunku redukcji masy ciała powinny obejmować także systematyczny wysiłek fizyczny. W przypadku problemu ze zmniejszeniem masy ciała lub powrotem do nadmiernej masy zaleca się wielodyscyplinarne podejście terapeutyczne, w tym poradnictwo żywieniowe [Mizgier i in. 2010, Nissensohn i in. 2016].

Spożycie soli kuchennej

Udowodniono związek przyczynowo-skutkowy spożycia soli z wartościami CT. Nadmierne spożycie soli może przyczynić się do oporności w leczeniu NT. U pacjentów z NT ograniczenie spożycia soli o 4,4 g/dobę przyczynia się średnio do spadku CT o 5,4/2,8 mm Hg. Dieta chorych na NT nie powinna zawierać więcej niż 5 g soli kuchennej/dobę (≤ 2 g sodu). W tym celu zaleca się:

- zaprzestanie dodawania soli w trakcie przygotowania posiłków w domu i dosalania potraw,
- spożywanie posiłków z naturalnych, świeżych składników,
- unikanie produktów konserwowanych związkami sodu.

Ograniczenie soli umożliwia także redukcję liczby i dawek leków hipotensyjnych oraz wiąże się z mniejszym ryzykiem incydentów sercowo-naczyniowych [Tykarski i in. 2019].

Spożycie alkoholu

Zależność między spożywaniem alkoholu a wartościami CT i ryzykiem sercowo-naczyniowym ma charakter liniowy. Zwiększone spożycie alkoholu sprzyja częstszemu występowaniu udarów i równocześnie osłabia działanie leków hipotensyjnych. Zalecenie ograniczenia spożycia alkoholu powinno obejmować unikanie upijania się i wyznaczenie dni w tygodniu całkowicie wolnych od alkoholu [WHO 2018, Tykarski i in. 2019].

Tabela 1. Zalecenia dotyczące spożycia alkoholu [Tykarski i in. 2019]

Należy ograniczyć spożycie alkoholu: – u mężczyzn do 20–30 g dziennie czystego etanolu, ale nie więcej niż 140 g na tydzień (np. 2 kieliszki wina 5 razy w tygodniu), – u kobiet do 10–20 g dziennie czystego etanolu, ale nie więcej niż 80 g na tydzień (np. 1 kieliszek wina 5 razy w tygodniu). Uwaga! 10 g czystego etanolu zawiera się w 250 ml piwa, 125 ml wina i 25 g wódki!
Należy bezwzględnie unikać upijania się!
Należy wyznaczyć dni w tygodniu wolne od alkoholu.

Palenie papierosów jest jednym z najistotniejszych czynników ryzyka sercowo-naczyniowego i rozwoju nowotworów. Wypalenie papierosa wywołuje istotny wzrost CT i częstości rytmu serca, który utrzymuje się ponad 15 minut (uzyskano również dowody na szkodliwy wpływ palenia biernego). Ponadto palenie znacznie zwiększa globalne ryzyko wystąpienia choroby niedokrwiennej serca, udaru mózgu, choroby tętnic obwodowych, szczególnie u pacjentów z NT, u których zmniejsza skuteczność leków hipotensyjnych. Zwalczanie tego nałogu stanowi istotny element obniżania ryzyka sercowo-naczyniowego u chorych na NT. Podczas każdej wizyty należy ustalać, czy pacjent pali tytoń. Osobom palącym należy udzielić porady w zakresie zaprzestania palenia tytoniu [Tykarski i in. 2019, Surma i Narkiewicz 2022].

W razie problemów z zaprzestaniem palenia należy rozważyć wdrożenie środków farmakologicznych wspomagających rzucenie nałogu (substytucja nikotyną, leczenie bupropionem, cytyzyną, warenikliną). Kontrowersyjne pozostaje zalecanie pacjentom odmawiającym zaprzestania palenia produktów o zmniejszonej ekspozycji na szkodliwe składniki dymu tytoniowego (systemy podgrzewania a nie spalania tytoniu), ale można je traktować jako formę przejściową do całkowitego rzucenia palenia [Cahill i in. 2013, Giulietti i in. 2020, Ramotowski i Budaj 2021].

Aktywność fizyczna

Regularna aktywność fizyczna, w zależności od rodzaju, obniża CT o 2–11 mm Hg. U pacjentów z NT największy efekt hipotensyjny zaobserwowano przy ćwiczeniach wytrzymałościowych. Regularna aktywność fizyczna, nawet o umiarkowanej intensywności, pomaga zredukować nadwagę, poprawić ogólną wydolność ustroju i zmniejszyć śmiertelność oraz ryzyko sercowo-naczyniowe. Pacjentom z NT należy zalecać co najmniej 30 minut umiarkowanie intensywnego dynamicznego wysiłku aerobowego (np. bieganie, marsz, jazda na rowerze, pływanie) przez 5–7 dni w tygodniu ze stopniowym zwiększaniem czasu aktywności do 300 minut na tydzień. Ćwiczenia oporowe (rozwój siły mięśniowej z małą komponentą ruchową) mogą być uzupełnieniem aktywności fizycznej 2–3 razy na tydzień [Sacks i Campos 2010, Diaz i Shimbo 2013, Hegde i Solomon 2015, Tykarski i in. 2019].

CUKRZYCA TYPU 2

Leczenie dietetyczne jest również nieodłącznym elementem terapii pacjentów z cukrzycą typu 2 [Zalecenia PTD 2021]. U tych chorych celem leczenia dietetycznego jest uzyskanie i utrzymanie:

- prawidłowego (bliskiego normy) stężenia glukozy w osoczu krwi w celu prewencji powikłań cukrzycy,

- optymalnego stężenia lipidów i lipoprotein w surowicy,
- optymalnych wartości ciśnienia tętniczego krwi w celu redukcji ryzyka chorób naczyń,
- pożądanej masy ciała.

Leczenie dietetyczne cukrzycy obejmuje wskazówki dotyczące:

- indywidualnie wyliczonej kaloryczności diety,
- rozdziału kalorii na poszczególne posiłki w ciągu dnia,
- produktów stanowiących źródło energii, witamin, składników mineralnych i fitozwiązków,
- produktów, których spożycie należy ograniczyć.

Nie ma uniwersalnej diety dla wszystkich osób z cukrzycą. W leczeniu cukrzycy można stosować różne strategie żywieniowe, na przykład dietę śródziemnomorską, dietę DASH, diety roślinne. Podstawowym celem leczenia jest utrzymanie optymalnej kontroli metabolicznej choroby, redukcja nadmiaru i utrzymanie pożądanej masy ciała. W związku z tym (poza wymienionymi zaleceniami) podstawowe znaczenie ma całkowita kaloryczność diety, dostosowanej do wieku, masy ciała oraz aktywności fizycznej. Deficyt energetyczny powinien być ustalony indywidualnie, tak aby umożliwić osobie z cukrzycą powolną, ale systematyczną redukcję masy ciała (ok. 0,5–1 kg/tydzień). Zmniejszenie masy ciała o co najmniej 5% w porównaniu z masą wyjściową przynosi wymierną poprawę kontroli glikemii, jednak optymalnie redukcja masy ciała powinna wynosić co najmniej 7%. Dzienny deficyt kaloryczny, wynoszący 500–750 kcal, uważa się za bezpieczny. Redukcję masy ciała można osiągnąć, stosując dietę o zmniejszonej wartości kalorycznej i różnych proporcjach makroskładników (białka, tłuszcze, węglowodany). Nie zaleca się jednak długotrwałego stosowania diet o znacznie obniżonej podaży węglowodanów oraz głodówek. Wszystkim osobom z cukrzycą oraz z nadwagą/otyłością zaleca się kontrolę wielkości porcji [Storck i in. 2021, Czupryniak 2022, Si i in. 2022, Zalecenia PTD 2022].

Węglowodany

Udział węglowodanów w diecie powinien wynosić 45–50% całkowitej ilości energii. Jeśli węglowodany pochodzą z produktów o niskim IG i dużym udziale błonnika, ich udział w ogólnej kaloryczności diety może być większy (nawet do 60%). Główne źródło węglowodanów powinny stanowić pełnoziarniste produkty zbożowe, zwłaszcza o niskim indeksie glikemicznym (< 55 IG). Podstawowe ograniczenie powinno dotyczyć węglowodanów prostych (jedno- i dwucukrów), których spożywanie osoba z cukrzycą powinna ograniczyć do minimum. Rekomenduje się także ograniczenie cukrów dodanych (w procesie produkcji i przygotowania potraw)

i wolnych cukrów, których źródłem są przede wszystkim cukier i słodcyce, ale również miód, soki i napoje owocowe. Substancje słodzące (słodziki) mogą być stosowane w dawkach zalecanych przez producenta. Dzielne spożycie fruktozy nie powinno przekraczać 50 g (nie zaleca się stosowania fruktozy jako zamiennika cukru). Minimalna dzienna podaż błonnika pokarmowego powinna wynosić 15–25 g/1000 kcal diety. Należy dążyć do zwiększenia spożycia błonnika pokarmowego przez włączenie co najmniej dwóch porcji pełnoziarnistych produktów zbożowych oraz trzech porcji warzyw bogatych w błonnik. W przypadku braku możliwości podaży zalecanej ilości błonnika pokarmowego należy rozważyć wprowadzenie suplementów błonnika, szczególnie w postaci frakcji rozpuszczalnych w wodzie [Zalecenia PTD 2022].

Tłuszcze

Udział tłuszczu w diecie powinien być taki, jak w diecie osób bez cukrzycy (od 25% do 40% wartości energetycznej diety), przy czym jakość tłuszczu w diecie jest ważniejsza niż jego ilość ogółem. Szczególnie ważny jest udział poszczególnych rodzajów kwasów tłuszczowych, który powinien wynosić:

- tłuszcze nasycone – mniej niż 10% wartości energetycznej diety,
- tłuszcze jednonienasycone powinny zapewnić do 20% wartości energetycznej diety,
- tłuszcze wielonienasycone powinny stanowić około 6–10% wartości energetycznej diety,
- zawartość cholesterolu w diecie nie powinna przekraczać 300 mg/dobę (u chorych z dyslipidemią < 200 mg/dobę).

Aby obniżyć stężenie frakcji LDL (ang. *low density lipoprotein*), należy zmniejszyć udział tłuszczów nasyconych w diecie i/lub zastąpić je węglowodanami o niskim indeksie glikemicznym i/lub tłuszczami jednonienasyconymi. W przypadku osób z hipercholesterolemią korzystne może być wprowadzenie do diety żywności zawierającej sterole/stanole roślinne w ilości 2–3 g/dobę. Należy maksymalnie ograniczyć spożycie izomerów trans kwasów tłuszczowych. Rekomendowane są tłuszcze roślinne, z wyjątkiem palmowego i kokosowego [Zalecenia PTD 2022].

Białko

Ilość białka w diecie powinna być ustalona indywidualnie. U większości osób z cukrzycą, podobnie jak w populacji ogólnej, udział energii pochodzącej z białka w diecie powinien wynosić 15–20% (ok. 1–1,5 g/kg mc./dobę). Chorzy z przewlekłą chorobą nerek powinni utrzymać podaż białka w ilości około 0,8–1,0 g/kg

mc./dobę. Nie ma konieczności ograniczenia białka zwierzęcego, chociaż u niektórych osób korzystne może okazać się zastępowanie białka zwierzęcego białkiem roślinnym (np. sojowym) [Zalecenia PTD 2022].

Alkohol

Spożywanie alkoholu przez osoby z cukrzycą nie jest zalecane. Osoby z cukrzycą należy poinformować, że alkohol hamuje uwalnianie glukozy z wątroby i w związku z tym jego spożycie (zwłaszcza bez przekąski) może sprzyjać hipoglikemii. Dopuszcza się spożywanie czystego alkoholu etylowego (w przeliczeniu) w ilości nie większej niż 20 g/dobę przez kobiety i 30 g/dobę przez mężczyzn. Alkoholu nie powinny spożywać osoby z dyslipidemią (hipertriglicerydemią), neuropatią i zapaleniem trzustki w wywiadzie [Zalecenia PTD 2022].

Sól kuchenna

Ilość soli pochodzącej ze wszystkich źródeł (produkty i dosalanie potraw) nie powinna przekraczać 5 g/dobę (2300 mg sodu/dobę). W uzasadnionych przypadkach, osobom z nadciśnieniem tętniczym sodowrażliwym, zaleca się większe restrykcje podaży soli, zgodnie z zasadami diety DASH, jednak dane dotyczące redukcji podaży sodu poniżej 1500 mg/dobę u osób z cukrzycą są niejednoznaczne [Zalecenia PTD 2022].

Wysiłek fizyczny

Ze względu na wielokierunkowe korzyści, jakie daje wysiłek fizyczny, powinien być on integralną częścią prawidłowego, kompleksowego postępowania w leczeniu cukrzycy. Wysiłek fizyczny wpływa korzystnie na wrażliwość na insulinę, kontrolę glikemii, profil lipidowy oraz sprzyja redukcji masy ciała, wpływa także korzystnie na nastrój, nawet u osób z depresją. Początkowo aktywność fizyczna powinna być umiarkowana i uzależniona od możliwości pacjenta. W celu uzyskania optymalnego efektu wysiłek fizyczny powinien być regularny, podejmowany co najmniej co 2–3 dni, a najlepiej codziennie. Rozpoczynając intensywną aktywność fizyczną, należy wykonywać trwające 5–10 minut ćwiczenia wstępne, a na zakończenie uspokajające. Należy pamiętać, że wysiłek fizyczny może zwiększać ryzyko ostrej lub opóźnionej hipoglikemii. Podobnie alkohol może zwiększać ryzyko wystąpienia hipoglikemii po wysiłku. Należy pamiętać o ryzyku uszkodzenia stóp podczas wysiłku (zwłaszcza przy współistniejącej neuropatii obwodowej i obniżeniu progu czucia bólu) oraz o konieczności pielęgnacji stóp i wygodnym obuwu.

Odpowiednią formą wysiłku u osób z cukrzycą, przy współwystępowaniu nadwagi/otyłości, w każdym wieku jest *nordic walking*. Osoby bez istotnych przeciwwskazań, szczególnie w młodszych grupach wiekowych, należy zachęcać do wysokiej aktywności fizycznej, w tym do uprawiania sportu. Prostym do realizacji, a jednocześnie efektywnym zaleceniem jest, by osoby dorosłe, szczególnie z cukrzycą typu 2, ograniczały czas spędzony w pozycji siedzącej bez przerw. Korzyści glikemiczne można odnieść, unikając dłuższego niż 30 minut siedzenia bez przerwy [Feldstein 2002, Szostak i Cichocka 2008, Mędreła-Kuder 2011, Zalecenia PTD 2021 i 2022].

DEPRESJA

Dostępne na temat zdrowia psychicznego dane i prognozy pokazują, że zaburzenia psychiczne są poważnym i narastającym problemem na całym świecie. Depresja i zaburzenia związane z nadużywaniem alkoholu są to dwa najczęściej występujące zaburzenia psychiczne, a depresję wpisano na listę 20 najważniejszych przyczyn niepełnosprawności. Według szacunków Ministerstwa Zdrowia tylko w Polsce na depresję choruje około 1,5 mln osób [Białas 2022]. Prognozy WHO wskazują, że za 10 lat depresja będzie najczęściej wstępującą chorobą na świecie, dziś jest czwartą przyczyną zgonów [WHO 2022b].

Depresja należy do najczęstszych chorób populacji ludzi dorosłych (częstość występowania w tej grupie wiekowej wynosi 5–11%), lecz coraz częściej diagnozuje się ją również u dzieci i młodzieży. Przewlekła depresja w około 15% przypadków kończy się samobójstwem.

Obecnie najwięcej przypadków depresji diagnozuje się w krajach średnio- i wysokorozwiniętych. Do objawów choroby należą m.in. zwiększone uczucie smutku i niepokoju, spadek nastroju, zanik zainteresowania przyjemnościami i zmniejszony apetyt. Często występują też takie objawy, jak zmiany masy ciała i wzorca snu, zaburzenia koncentracji i zmniejszenie możliwości poznawczych. W leczeniu stosuje się leki przeciwdepresyjne (trójcykliczne leki przeciwdepresyjne, TLPD; ang. *selective serotonin reuptake inhibitor*, SSRI – selektywne inhibitory wychwyty zwrotnego serotoniny); leczenie dietetyczne wskazuje się jako jedną z form leczenia alternatywnego. Metoda ta nie tylko nie koliduje z tradycyjnymi sposobami leczenia, ale może być cennym sposobem ich wspomagania [Lelonek i Wiraszka 2016, Keyes i in. 2019, Renaud-Charest i in. 2021].

Zaleca się suplementację kwasów tłuszczowych z grupy omega-3 (orzechy, pestki i nasiona), odpowiednią podaż białka, węglowodanów i tłuszczów, kwasu foliowego, S-adenozynometioniny (SAM), witaminy B₁₂, cynku oraz tryptofanu. Nienasycone kwasy tłuszczowe omega-3, podobnie jak w innych chorobach o podłożu psychicznym, mają wpływ na wystąpienie i przebieg depresji. Efekt terapeutyczny jest łączony z rolą budulcową osłonek mielinowych oraz regulacją przepływu neuroprzekaźników oraz sygnałów nerwowych. Ponadto kwas eikozapentaenowy (EPA) jest prekursorem leukotrienów, prostaglandyn oraz innych ważnych dla prawidłowego działania mózgu związków. Wykazano, że suplementacja wielonienasyconych kwasów tłuszczowych przynosi korzyści w walce ze wzmożonym procesem oksydacyjnym u osób cierpiących na depresję. Kwas foliowy jest kolejnym składnikiem przydatnym w leczeniu depresji. Jego niedobór stwierdzono we krwi i osoczu pacjentów z depresją. Kwas foliowy odpowiada za prawidłową syntezę wielu neuroprzekaźników, a jego niedobór prowadzi do spadku syntezy serotoniny, dopaminy i noradrenaliny, które odgrywają kluczową rolę w patogenecie depresji. Na podstawie badań określono dawkę kwasu foliowego pozytywnie wpływającą na zniesienie objawów depresyjnych (0,8 mg/dobę). Należy w tym miejscu wspomnieć o S-adenozylometioninie (SAM), która odgrywa ważną rolę w cyklu przemian kwasu foliowego, przez co działa antyoksydacyjnie i neuroprotektoryjnie, poprawia funkcje poznawcze i stabilizuje nastrój oraz wpływa na produkcję serotoniny, noradrenaliny i dopaminy. Niskie poziomy witaminy B₁₂ i kwasu foliowego stanowią czynnik ryzyka wystąpienia depresji lekooportnej. U osób z rozpoznaną depresją w erytrocytach i plazmie krwi notuje się obniżony poziom witaminy B₁₂, podobnie jak w przypadku kwasu foliowego. Oba te związki należą do czynników przyczynowych wystąpienia depresji lekooportnej. Wykazano, że suplementacja witaminą B₁₂ zwiększa wrażliwość na leki przeciwdepresyjne, nawet w przypadku wcześniejszego braku efektów ich stosowania. Cynk jest jednym z najważniejszych i najobficiej występujących w organizmie pierwiastków śladowych. Organizm człowieka zawiera 2–2,5 g cynku, przy dziennym zapotrzebowaniu wynoszącym 10–15 mg. Pierwiastek ten wchodzi w skład ponad 300 enzymów, w których pełni funkcję katalityczną, strukturalną i regulacyjną. Wykazano negatywną korelację pomiędzy natężeniem depresji a poziomem cynku w osoczu. Wykazano, że pacjenci cierpiący na depresję cechują się znacząco obniżonym stężeniem cynku w osoczu, w porównaniu do osób zdrowych, co więcej klinicznej poprawie towarzyszy wzrost obniżonego poziomu cynku. W badaniach klinicznych wykazano także korzystne efekty suplementacji cynkiem w terapii przeciwdepresyjnej (25 mg cynku raz dziennie). Tryptofan jest prekursorem syntezy serotoniny, której niedobór uważa się za jedną z przyczyn wystąpienia depresji (hipoteza serotonergiczna depresji). Dobrymi źródłami tryptofanu są banany, jaja oraz owoce morza. Nie ma jednak odpowiednio przeprowadzonych badań, na których podstawie można uznać włączenie suplementacji

tryptofanu jako czynnika terapeutycznego [Gowda i in. 2015, Sangle i in. 2020, Li i in. 2022].

Zalecenia dietetyczne w depresji

Zaleca się spożywanie co najmniej 6 porcji owoców i warzyw dziennie, zwiększenie w diecie obecności roślin strączkowych i pełnoziarnistych zbóż, jedzenie tygodniowo co najmniej 2–3 porcji ryb lub owoców morza, unikanie żywności przetworzonej (tłuste, słone przekąski, komercyjne wypieki i słodkie, sztucznie dosładzane napoje, jedzenie typu fast food) oraz wyeliminowanie lub znaczące ograniczenie picia alkoholu. Alkohol działa neurotoksycznie na mózg i może przyczyniać się zarówno do rozwoju depresji, jak i do utrwalania jej objawów. Picie alkoholu zmniejsza także efekty prowadzonego leczenia przeciwdepresyjnego (alkohol może powodować słabsze działanie leków przeciwdepresyjnych, jak też ograniczać efekty psychoterapii). Najlepsze jest powstrzymanie się od picia alkoholu. Dopuszczalne jest ograniczenie spożywania alkoholu do jednej okazji na tydzień, ale i wtedy nie powinno być to więcej niż dwa standardowe drinki (czyli dwa kieliszki czerwonego wina spożywane razem z posiłkiem). Zdecydowanie nie powinno się pić alkoholi wysokoprocentowych.

Bardzo istotne jest stosowanie regularnego rytmu odżywiania się, jedzenie 4 lub 5 posiłków dziennie, a jednocześnie unikanie podjadania pomiędzy posiłkami. Należy spożywać małe porcje jedzenia oraz pić dużo wody [Majkutewicz 2014, Jantarotai i in. 2017, Huang i in. 2019, Liao i in. 2019, Ljungberg i in. 2020].

ASTMA

Astma należy do najczęstszych chorób przewlekłych na świecie; w różnych krajach choroba ta dotyka od 1 do 18% populacji. W etiopatogenezie astmy zwraca się uwagę na istotną rolę zarówno predyspozycji genetycznych, jak i czynników środowiskowych. Obserwowana w ostatnich dekadach zwiększona zapadalność na astmę, szczególnie w krajach szybko rozwijających się i przyjmujących zachodni styl życia, wydaje się potwierdzać środowiskową teorię patogenezy tej choroby. W przewlekłym procesie zapalnym w przebiegu astmy oskrzelowej dużą rolę odgrywa stres oksydacyjny. Uważa się, że zarówno płucny, jak i ogólnoustrojowy stres oksydacyjny oraz brak równowagi pomiędzy wolnymi rodnikami tlenowymi i przeciwutleniaczami mogą sprzyjać stanom zapalnym, co odgrywa istotną rolę w patogenezie astmy oskrzelowej. Będące w nadmiarze reaktywne formy tlenu prowadzą do patologicznych zmian w układzie oddechowym, tj. powodują skurcz mięśni gładkich oskrzeli, zwiększają obrzęki i wzrost wydzielania śluzu oraz działają uszkodzająco na mikrokążenie płucne. Dlatego jedną z form terapii jest postępowanie mające na

celu podniesienie wydolności układu antyoksydacyjnego w celu lepszej kontroli oraz wspomagania leczenia farmakologicznego astmy. Pośród składników pokarmowych, o domniemanym wpływie na rozwój i nasilenie astmy, wymienia się przede wszystkim witaminy o właściwościach przeciwutleniaczy (A, E, C), witaminę D, wielonienasycone kwasy tłuszczowe i niektóre minerały. Składniki te wpływają na aktywność szlaków enzymatycznych biorących udział w usuwaniu wolnych rodników tlenowych powstających w wyniku procesów metabolicznych organizmu. Spośród czynników pokarmowych uwagę zwraca się zarówno na skład, stopień przetworzenia, jak i na czystość mikrobiologiczną podawanego pożywienia. Głównym źródłem antyoksydantów są owoce jagodowe i cytrusowe (zawierają witaminy E i C, polifenole i karotenoidy), warzywa – pomidor, papryka czerwona, kapusta czerwona, buraki (zawierające dodatkowo likopen i kwercyтынę). Działanie antyoksydacyjne mają również zioła, produkty zbożowe, orzechy, mięso, nabiał, tłuszcze, soki i napoje [Kolarczyk i in. 2015, Lis i Bartuzi 2019].

CHOROBY TARCZYCY

Choroby tarczycy, a przede wszystkim niedoczynność tarczycy oraz limfocytarne zapalenie tarczycy typu Hashimoto, stanowią istotny problem zdrowotny XXI wieku. Nieprawidłowe funkcjonowanie tarczycy jest diagnozowane u około 22% społeczeństwa. To jedna z najczęściej występujących chorób przewlekłych wśród kobiet. Podstawę leczenia chorób tarczycy stanowi farmakoterapia, jednak liczne dowody naukowe potwierdzają korzystny wpływ prawidłowego żywienia zarówno na przebieg leczenia, jak i na jego skuteczność. Odpowiednio skomponowana dieta może wspierać czynność tarczycy, spowalniać przebieg procesu zapalnego w gruczole i jego destrukcję oraz zapewniać optymalne leczenie, zmniejszać ryzyko rozwoju zaburzeń metabolicznych i chorób będących konsekwencją niedoboru hormonów tarczycy w organizmie. Dieta w niedoczynności tarczycy powinna być prawidłowo zbilansowana, urozmaicona, a jej wartość energetyczna powinna być odpowiednio dostosowana do masy ciała pacjenta. Ważne jest też prawidłowe rozłożenie posiłków w czasie. Wskazane jest spożycie 4–5 posiłków, tak aby ostatni spożyty był najpóźniej do 2–3 godziny przed snem. Diety restrykcyjne, o znacznym deficycie kalorii, są niewskazane, ponieważ prowadzą do zmniejszenia aktywności tarczycy. Szczególną uwagę należy zwrócić na prawidłową podaż jodu, selenu, cynku, żelaza oraz witaminy D. Jod jest niezbędnym składnikiem do produkcji hormonów tarczycy. Źródła jodu w diecie to głównie ryby i owoce morza, jak makreła, małże, dorsz, ostrygi, ale także otręby, sól jodowana, wody mineralne oraz czerwone wino. Suplementację jodem należy prowadzić pod kontrolą lekarza, gdyż nadmiar jodu w organizmie może prowadzić do wystąpienia efektu Wolffa-Chaikoffa, co jest związane z hamowaniem syntezy hormonów tarczycy. Selen uczestniczy w przemianie tyroksyny do trijodotyroniny (T3). Jego niedobór w diecie powoduje zmniejszenie

wytwarzania T3 oraz prowadzi do oksydacyjnego uszkodzenia tarczycy. Dozwolone w diecie źródła selenu to przede wszystkim skorupiaki, ryby, czosnek, grzyby oraz orzechy brazylijskie. Żelazo jest składnikiem tarczycowej peroksydazy jodującej, która odpowiada za aktywację przemiany tyreoglobuliny do tyroksyny oraz T3. Obniżone stężenie żelaza w organizmie może prowadzić do obniżenia stężenia T3 oraz wzrostu TSH. Dobrym źródłem żelaza są czerwone mięso, nasiona lnu, pestki dyni, otręby pszenne, mak, sezam, żółtka jaj, pistacje. Kluczowy dla właściwego funkcjonowania tarczycy jest także optymalny poziom cynku. Cynk uczestniczy w regulacji syntezy i metabolizmu hormonów tarczycy oraz wykazuje właściwości przeciwutleniające i przeciwzapalne. Skutkiem jego niedoboru jest zmniejszenie wiązania hormonów tarczycy z receptorem jądrowym, wydzielania TSH, konwersji T4 do T3 oraz zwiększenie wytwarzania i stężenia we krwi przeciwciał antytarczycowych. W diecie niewskazane są natomiast produkty zawierające substancje wolotwórcze (goitrogenne), których znaczne ilości znajdują się w warzywach kapustnych, jak kapusta, brukselka, brokuły, kalafior, roślinach strączkowych, głównie soi, rzepie, orzechach ziemnych, gorczycy. Produkty te łączą się z jodem i uniemożliwiają jego wykorzystanie do produkcji hormonów tarczycy. Wspomniane produkty mogą być spożywane w umiarkowanych ilościach po obróbce termicznej, która niszczy około 30% związków goitrogennych.

W przypadku choroby Hashimoto, która ma podłoże autoimmunologiczne zapalne, wskazane jest także zwiększenie w diecie podaży kwasów tłuszczowych omega-3 oraz witamin antyoksydacyjnych. Kwasy tłuszczowe omega-3 wykazują właściwości przeciwzapalne, pobudzają przekształcanie trijodotyroniny w tyroksynę oraz hamują nadmierną odpowiedź układu immunologicznego. Należy zadbać także o odpowiednią podaż witaminy D. Witamina D zmniejsza aktywność limfocytów pomocniczych 1 (Th1) i cytotoksycznych (Tc), które wykazują działanie prozapalne, a zwiększa aktywność Th2 i Treg działających przeciwzapalnie. Efektem tego jest zmniejszenie wydzielania cytokin prozapalnych (IL-2 i interferonu), a zwiększenie wydzielania przeciwzapalnych (IL-4, IL-5, IL-10). Skutkiem niedoboru witaminy D jest nie tylko nasilenie procesu zapalnego w tarczycy i zwiększenie miana przeciwciał przeciw-tarczycowych, ale również wzrost wydzielania TSH i zmniejszenie stężenia hormonów tarczycy we krwi. W celu osłabienia odpowiedzi immunologicznej z diety należy wyeliminować żywność wysokoprzetworzoną, zawierającą duże ilości sztucznych konserwantów, barwników i wzmacniaczy smaku. Podejmowane są próby łagodzenia stanów zapalnych tarczycy za pomocą diety eliminacyjnej. Zastosowanie diety bezglutenowej lub bezlaktozowej może prowadzić do zmniejszenia stymulacji układu immunologicznego i złagodzić proces autoimmunizacyjny, jednak na ten moment brak jest wystarczających badań, aby rutynowo stosować diety eliminacyjne [Janczy i Małgorzewicz 2015, Lontiris i Mazokopakis 2017, Pastusiak i in. 2017, Florczyk i in. 2018, Lachowicz i in. 2019, Danailova i in. 2022, Mikulska i in. 2022].

Podsumowując należy stwierdzić, że terapia żywieniowa stanowi jeden z najważniejszych czynników w profilaktyce i leczeniu chorób cywilizacyjnych. Specjaliści w swojej praktyce powinni przybliżać zasady żywieniowe pacjentom, zwracając również uwagę na suplementację.

PIŚMIENNICTWO

- Białas T., 2022. Zdrowie psychiczne. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Warszawie, s. 1–19.
- Bylińska I., Dzierżyńska M., Giżyńska M., Guzow K., Jankowska E., Jurczak P., Kaczyński Z., Karska N., Kowalczyk A., Kuncewicz K., Orlikowska M., Sawicka J., Spodzieja M., Szpakowska N., Szymańska A., 2022. Aminokwasy, glikany, peptydy i białka w ścieżkach diagnostycznych i terapeutycznych chorób cywilizacyjnych XXI wieku – projektowanie i charakterystyka fizykochemiczna oraz strukturalna. *Wiad. Chem.* 76 (5–6), 393–431.
- Cahill K., Stevens S., Perera R., Lancaster T., 2013. Pharmacological interventions for smoking cessation: an overview and network meta-analysis. *Cochrane Database Syst. Rev.* CD009329, doi: 10.1002/14651858.CD009329.pub2
- Czupryniak L., Dzida G., Fichna P., Jarosz-Chobot P., Gumprecht J., Klupa T., Mysliwiec M., Szadkowska A., Bomba-Opon D., Czajkowski K., Malecki M.T., Zozulinska-Ziolkiewicz D.A., 2022. Ambulatory Glucose Profile (AGP) Report in daily care of patients with diabetes: Practical tips and recommendations. *Diab. Ther.* 13 (4), 811–821.
- Danailova Y., Velikova T., Nikolaev G., Mitova Z., Shinkov A., Gagov H., Konakchieva R., 2022. Nutritional management of thyroiditis of Hashimoto. *Int. J. Mol. Sci.* 23 (9), 5144.
- Diaz K.M., Shimbo D., 2013. Physical activity and the prevention of hypertension. *Curr. Hypertens. Rep.* 15 (6), 659–668.
- Feldstein C.A., 2002. Salt intake, hypertension and diabetes mellitus. *J. Hum. Hypertens.* 16 (1), S48–S51.
- Florczyk I., Florczyk M., Junik R., 2018. Dieta bezglutenowa a choroba Hashimoto – obecny stan wiedzy. *Forum Zab. Metab.* 9 (4), 152–159.
- Giulietti F., Filipponi A., Rosettani G., Giordano P., Iacoacci C., Spannella F., Sarzani R., 2020. Pharmacological approach to smoking cessation: An updated review for daily clinical practice. *High Blood Press. Cardiovasc. Prev.* 27 (5), 349–362.
- Gowda U., Mutowo M.P., Smith B.J., Wluka A.E., Renzaho A.M., 2015. Vitamin D supplementation to reduce depression in adults: meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutrition* 31 (3), 421–429.
- Hegde S.M., Solomon S.D., 2015. Influence of physical activity on hypertension and cardiac structure and function. *Curr. Hypertens. Rep.* 17 (10), 1–8.
- Huang Q., Liu H., Suzuki K., Ma S., Liu C., 2019. Linking what we eat to our mood: a review of diet, dietary antioxidants, and depression. *Antioxidants* 8 (9), 376.

- Janczy A., Małgorzewicz S., 2015. Skuteczność diety redukcyjnej u pacjentek z chorobą Hashimoto. *Forum Zab. Metab.* 6 (3), 112–117.
- Jantaratnotai N., Mosikanon K., Lee Y., McIntyre R.S., 2017. The interface of depression and obesity. *Obes. Res. Clin. Pract.* 11 (1), 1–10.
- Kaźmierczak N., Niedzielski A., 2016. Zaburzenia odżywiania jako choroby cywilizacyjne XXI wieku. W: M. Wrachala (red.). *Cywilizacja zdrowia*, Wyd. internetowe e-bookowo.pl
- Keyes K.M., Gary D., O'Malley P.M., Hamilton A., Schulenberg J., 2019. Recent increases in depressive symptoms among US adolescents: trends from 1991 to 2018. *Soc. Psychiatry Psychiatr. Epidemiol.* 54 (8), 987–996.
- Kitajewska W., Szelał W., Kopański Z., Maslyak Z., Sklyarov I., 2014. Choroby cywilizacyjne i ich prewencja. *J. Clin. Healthcare* 1, 3–7.
- Kolarczyk E., Pietrzycka A., Kaczyńska-Ratka A., Skop-Lewandowska A., 2015. Dieta o wysokim potencjale antyoksydacyjnym jako ważny czynnik w pierwotnej i wtórnej prewencji astmy oskrzelowej. *Przegl. Lek.* 72(12), 743–746.
- Konduracka E., 2019. A link between environmental pollution and civilization disorders: a mini review. *Rev. Environ. Health* 34 (3), 227–233.
- Krupińska E., Kosior-Lara A., 2020. Cukrzyca chorobą cywilizacyjną XXI wieku. W: B. Wanot, J. Wiatrowski, M. Bartnik (red.), *Zagrożenia środowiskowe i cywilizacyjne*, Wyd. Naukowe Uniwersytetu Humanistyczno-Przyrodniczego im. Jana Długosza w Częstochowie, Częstochowa, s. 63–72, doi: 10.16926/zsic.2020.06
- Lachowicz K., Stachoń M., Pałkowska-Goździk E., Lange E., 2019. Fizjologiczne aspekty postępowania dietetycznego w chorobie Hashimoto. *Kosmos* 68 (2), 201–214.
- Lelonek B., Wiraszka G., 2016. Depresja – współczesny problem zdrowia psychicznego i zagrożenie cywilizacji. W: K. Kowalczyk, E. Krajewska-Kułak, M. Cybulski (red.), *Wybrane choroby cywilizacyjne XXI wieku*, t. 2, Wyd. „Duchno”, Białystok, s. 16–31.
- Li J., Cao D., Huang Y., Chen B., Chen Z., Wang R., Dong Q., Wei Q., Liu L., 2022. Zinc intakes and health outcomes: An umbrella review. *Front. Nutr.* 9, 798078.
- Liao Y., Xie B., Zhang H., He Q., Guo L., Subramanieapillai M., Fan B., Lu C., McIntyre R.S., 2019. Efficacy of omega-3 PUFAs in depression: a meta-analysis. *Transl. Psychiatry* 9 (1), 1–9.
- Liontiris M.I., Mazokopakis E.E., 2017. A concise review of Hashimoto thyroiditis (HT) and the importance of iodine, selenium, vitamin D and gluten on the autoimmunity and dietary management of HT patients. Points that need more investigation. *Hell. J. Nucl. Med.* 20 (1), 51–56.
- Lis K., Bartuzi Z., 2019. Wpływ diety na występowanie i rozwój astmy. *Alergia Astma Immunologia* 21(1), 2–7.
- Ljungberg T., Bondza E., Lethin C., 2020. Evidence of the importance of dietary habits regarding depressive symptoms and depression. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 17 (5), 1616.
- Majkutewicz P., Tyszkowski P., Okręglińska K., 2014. Leczenie żywieniowe w depresji. *Family Medicine & Primary Care Review* 16(1), 48–50.
- Mędreła-Kuder E., 2011. Prawidłowa dieta w cukrzycy typu 2 jako forma rehabilitacji chorych. *Rocz. PZH.* 62(2), 219–223.

- Mikulska A.A., Karaźniewicz-Lada M., Filipowicz D., Ruchała M., Głowska F.K., 2022. Metabolic characteristics of Hashimoto's thyroiditis patients and the role of microelements and diet in the disease management – An overview. *Int. J. Mol. Sci.* 23 (12), 6580.
- Mizgier M., Jeszka J., Jarząbek-Bielecka G., 2010. Rola diety śródziemnomorskiej w zapobieganiu nadwadze i otyłości, niektórym chorobom dietozależnym oraz jej wpływ na długość życia. *Nowiny Lek.* 79 (6), 451–454.
- Nissensohn M., Román-Viñas B., Sánchez-Villegas A., Piscopo S., Serra-Majem L. 2016. The effect of the Mediterranean diet on hypertension: a systematic review and meta-analysis. *J. Nutr. Educ. Behav.* 48 (1), 42–53.
- Pabich M., Materska M., 2019. Biological effect of soy isoflavones in the prevention of civilization diseases. *Nutrients* 11 (7), 1660.
- Pastusiak K., Michałowska J., Bogdański P., 2017. Postępowanie dietetyczne w chorobach tarczycy. *Forum Zab. Metab.* 8, 4, 155–160.
- Ramotowski B., Budaj A., 2021. Is cytosine contraindicated in smoking patients with coronary artery disease after percutaneous coronary intervention? *Kardiologia Polska* 79 (7–8), #83941.
- Renaud-Charest O., Lui L.M., Eskander S., Ceban F., Ho R., Di Vincenzo J.D., Rosenblatt J.D., Lee Y., Subramaniapillai M., McIntyre R.S., 2021. Onset and frequency of depression in post-COVID-19 syndrome: A systematic review. *J. Psych. Res.* 144, 129–137.
- Sacks F.M., Campos H., 2010. Leczenie diety w nadciśnieniu tętniczym. *Kardiologia Dypl.* 9 (10), 12–25.
- Sangle P., Sandhu O., Aftab Z., Anthony A.T., Khan S., 2020. Vitamin B12 supplementation: preventing onset and improving prognosis of depression. *Cureus* 12 (10), e11169, doi:10.7759/cureus.11169
- Si K., Hu Y., Wang M., Apovian C.M., Chavarro J.E., Sun Q., 2022. Weight loss strategies, weight change, and type 2 diabetes in US health professionals: A cohort study. *PLoS Med.* 19 (9), e1004094, doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004094>
- Storck L.J., Meffert P.J., Rausch J., Gärtner S., Aghdassi A.A., Kühn J.P., Kraft M., Pietzner M., Lerch M.M., Steveling A., 2021. Efficiency of a 15-week weight-loss program, including a low-calorie formula diet, on glycemic control in patients with type 2 diabetes mellitus and overweight or obesity. *Obes. Facts.* 14 (1), 1–11.
- Surma S., Narkiewicz K. 2022. Palenie papierosów a ryzyko nadciśnienia tętniczego i innych chorób układu krążenia. Przegląd literatury i badań klinicznych. *Chor. Serca Naczyń* 19 (3), 93–107.
- Zsostak W.B., Cichocka A., 2008. Leczenie diety chorych na cukrzycę. *Diabetologia Praktyczna* 9, 18–27.
- Tykowski A., Filipiak K.J., Januszewicz A., Litwin M., Narkiewicz K., Prejbisz A., Ostalska-Nowicka D., Widecka K., Kostka-Jeziorny K., 2019. Zasady postępowania w nadciśnieniu tętniczym – 2019 rok. *Nadciśn. Tętn. Praktyczna* 5 (1), 1–86.
- WHO, 2010. A healthy lifestyle – WHO recommendations, <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations> [dostęp: 11.07.2022 r.].
- WHO, 2018. Global status report on alcohol and health, <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274603/9789241565639-eng.pdf?ua=1> [dostęp: 11.07.2022 r.].

- WHO, 2022a. Physical activity, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> [dostęp: 11.07.2022 r.].
- WHO, 2022b. Mental health, <https://www.who.int/westernpacific/health-topics/mental-health> [dostęp: 11.07.2022 r.].
- Zalecenia PTD, 2021. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych z cukrzycą. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. Diabetol. Prakt. 7 (1), 1–121.
- Zalecenia PTD, 2022. Zalecenia kliniczne dotyczące postępowania u chorych z cukrzycą. Stanowisko Polskiego Towarzystwa Diabetologicznego. Curr. Top. Diabetes 2 (1), 1–134.

ROZDZIAŁ 2

RELATYWIZM BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOŚCI A ŻYWNOŚĆ TRADYCYJNA

WPROWADZENIE

Bezpieczeństwo żywnościowe (ang. *food security*) definiuje się jako zapewnienie ludności danego kraju (czy regionu, np. Unii Europejskiej) odpowiedniej ilości i jakości produktów żywnościowych [FAO 2003]. Z kolei bezpieczna żywność (ang. *food safety*) to zapewnienie, że konsumowana żywność nie zawiera substancji szkodliwych dla zdrowia człowieka [FAO 2022].

Jak podaje Małysz [2008]: „Żywność jest dobrem szczególnym, gdyż zaspokaja nie tylko najbardziej elementarną spośród fizjologicznych potrzeb człowieka, ale zarazem służy zaspokojeniu różnorodnych potrzeb indywidualnych i społecznych, materialnych i duchowych”.

BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCI

W Polsce nie występuje problem bezpieczeństwa żywnościowego. Infrastruktura żywnościowa w ostatnich latach została mocno rozbudowana. Nasz kraj z roku na rok jest coraz większym producentem i eksporterem żywności. Rozwój przemysłu spożywczego ma duże znaczenie dla przyszłości. Żadne z państw, nawet najbogatsze, które może kupować tanią żywność z importu, nie może sobie pozwolić na wygaszenie własnej produkcji rolnej, aby zabezpieczyć się przed szantażem żywnościowym i stawianiem warunków cenowych, jak to obecnie ma miejsce w ramach szantażu energetycznego.

¹ Zakład Technologii Mleka, Katedra Technologii i Oceny Żywności, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159C, 02-787 Warszawa, antoni_pluta@sggw.edu.pl

Obecnie w Polsce bardziej może niepokoić zagadnienie bezpiecznej żywności [Godela i in. 2016, Omieciuch 2016]. W sensie prawnym każda żywność dopuszczona do sprzedaży jest bezpieczna, ale istnieje pewna rozbieżność między spełnieniem wymogów formalno-prawnych a zagrożeniami, które współcześnie nie są jeszcze rozpoznane. Rozwój nauki pozwolił na zrozumienie wielu faktów z zakresu toksykologii. Istotne są również rozważa i świadomość indywidualna/społeczna, ponieważ zdrowie indywidualne/społeczne jest jedną z najważniejszych wartości. Dużą rolę w kształtowaniu bezpieczeństwa żywności odgrywają niewątpliwie świadomość i zachowania etyczne producentów, zarówno działających w obszarze produkcji podstawowej, jak i w przetwórstwie. Mogą bowiem świadomie wprowadzać zagrożenia do łańcucha żywnościowego, nie zważając na skutki zdrowotne u konsumentów.

Raport Światowej Komisji Środowiska i Rozwoju pod przewodnictwem G.H. Brundtland „Nasza Wspólna Przyszłość” z 1987 r. po raz pierwszy w historii wskazał zrównoważony rozwój jako sposób dla „harmonijnego rozwoju społeczeństwa, nie ograniczając szans kolejnym pokoleniom na zaspokojenie ich potrzeb w przyszłości, jednocześnie z zachowaniem zdolności Ziemi do utrzymania wszelkich różnorodnych form życia” [Meadows i in. 1995, Żylicz 2004]. Zrównoważony rozwój charakteryzuje długoterminowy punkt widzenia, który dotyczy zasad ochrony środowiska naturalnego, oszczędnego i umiejętnego gospodarowania zasobami naturalnymi i zachowanie przezorności wobec kapitału naturalnego, czemu muszą przyswiecać zasady sprawiedliwości [Jeżowski 2012]. Zrównoważony rozwój jest to koncepcja globalnego rozwoju, której głównym zadaniem jest poprawianie jakości życia i dobrobytu ludzkości, w warunkach ograniczonych zasobów naturalnych, uwzględniając długookresowe skutki działalności przemysłowej. Koncepcja ta zakłada wspólną odpowiedzialność i solidarność obecnych i przyszłych pokoleń [Adamczyk i Nitkiewicz 2007].

Do podstawowych cech zrównoważonej gospodarki żywnościowej można zaliczyć:

- lokalność: produkcja i sprzedaż w obrębie bliskiego obszaru, dzięki temu osiąga się zminimalizowanie energii, transportu i przechowywania produktów spożywczych, które nie wymagają konserwantów i sztucznych dodatków;
- ekologiczność: produkcja zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego, bez używania pestycydów, konserwantów, sztucznych dodatków, modyfikacji genetycznych i z dbałością o bioróżnorodność gatunkową;
- świeżość: żywność nieprzetwarzana, bez konserwantów, o krótkim terminie przydatności do spożycia, często bez opakowania [Kurzak-Mabrouk 2018].

W badaniach przeprowadzonych we Włoszech na niemalże 1000 konsumentach, wśród najbardziej istotnych cech żywności wymieniono – w kolejności – bezpieczeństwo, naturalność składników, właściwości prozdrowotne, lokalność, tradycyjność, typowy smak i zapach [Licitra 2010].

Na zdobywaniu bezpiecznej żywności skoncentrowana jest duża uwaga większości ludzi na świecie. Żywność, sposoby jej wytwarzania i konsumpcja są ważnym składnikiem kulturowym, religijnym, turystycznym (itp.) każdego społeczeństwa. Im kraj jest bogatszy, tym wydatki na żywność stanowią mniejszy udział w budżecie domowym. W Polsce wynosi on około 25% [GUS 2021, 2022].

W różnych regionach świata nawyki żywieniowe kształtowane i utrzymywane są przez pokolenia, a w krajach rozwiniętych szybko ulegają zmianom. We Francji, Hiszpanii, Włoszech i innych krajach produkuje się wiele serów z mleka niepasteryzowanego, co według ortodoksyjnego podejścia do bezpieczeństwa żywności jest niebezpieczne. Przypuszcza się, że kontakt ze złożoną mikrobiotą, obecną np. w serach z mleka surowego, jest korzystny dla wzmocnienia układu odpornościowego. Wyniki szerokich i długoletnich badań prowadzonych w pięciu krajach europejskich, dotyczących m.in. praktyk żywieniowych i chorób alergicznych, wykazały, że spożywanie serów z mleka niepasteryzowanego przez dzieci w wieku powyżej 18 miesięcy miało istotny wpływ ochronny na wystąpienie atopowego zapalenia skóry i alergii pokarmowych, ujawniających się w wieku 6 lat, co powiązano z ilością i różnorodnością spożywanych serów [Nicklaus i in. 2019].

Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia jednoznacznie definiuje bezpieczeństwo żywności jako „ogół warunków, które muszą być spełniane, dotyczących w szczególności: stosowanych substancji dodatkowych i aromatów, poziomu substancji zanieczyszczających, pozostałości pestycydów, warunków napromieniania żywności, cech organoleptycznych i działań, które muszą być podejmowane na wszystkich etapach produkcji lub obrotu żywnością – w celu zapewnienia zdrowia i życia człowieka” [Ustawa... 2006].

To bezpieczeństwo może być niejednokrotnie zagrożone z powodu fałszowania żywności. Zgodnie z Ustawą „środek spożywczy zafałszowany” to środek spożywczy, którego skład lub inne właściwości zostały zmienione, a konsument nie został o tym poinformowany w sposób określony w Rozporządzeniu nr 1169/2011 albo środek spożywczy, w którym zostały wprowadzone zmiany, mające na celu ukrycie jego rzeczywistego składu lub innych właściwości; środek spożywczy jest środkiem spożywczym zafałszowanym, w szczególności jeżeli:

- dodano do niego substancje zmieniające jego skład lub obniżające jego wartość odżywczą,
- odjęto składnik lub zmniejszono zawartość jednego lub kilku składników decydujących o wartości odżywczej lub innej właściwości środka spożywczego,
- dokonano zabiegów, które ukryły jego rzeczywisty skład lub nadały mu wygląd środka spożywczego o należytej jakości,

- niezgodnie z prawdą podano jego nazwę, skład, datę lub miejsce produkcji, termin przydatności do spożycia lub datę minimalnej trwałości albo w inny sposób nieprawidłowo go oznakowano – wpływając przez te działania na bezpieczeństwo środka spożywczego.

Przykładowo, jeżeli nasycony zwierzęcy tłuszcz mleczny będzie zastąpiony nienasyconym tłuszczem roślinnym, to bezpieczeństwo tego środka spożywczego nie będzie naruszone, jeśli dodany tłuszcz roślinny był produktem bezpiecznym. Produkt ten jednak będzie produktem zafałszowanym w sytuacji, kiedy „...konsument nie został o tym poinformowany w sposób określony w przepisach rozporządzenia nr 1169/2011”. Stwarza to niestety czasami różne możliwości interpretacyjne w sprawach spornych, sądowych dotyczących fałszowania żywności.

Przykładem „bezpiecznej” żywności jest margaryna i prawie 100-letnia historia jej produkcji. Na podstawie wyników badań przeprowadzonych na kilkunastu tysiącach osób w Stanach Zjednoczonych stwierdzono szkodliwość izomerów trans kwasów tłuszczowych, tworzonych w czasie produkcji margaryny. Stało się to przyczyną zmiany technologii produkcji margaryny z niebezpiecznego procesu uwodorniania w obecności katalizatora niklowego na bezpieczny (obecnie) proces transestryfikacji [Willett 2014].

W ostatnich latach obserwuje się ogromny przyrost produkcji żywności genetycznie modyfikowanej (ang. *genetically modified*, GM), chociaż nie dotyczy to w tak dużym stopniu Unii Europejskiej i Polski. Żywność GM nie rozwiązuje problemu głodu na świecie, a stwarzać może różne nieprzewidziane zagrożenia. Zasada *onus probandi* nie odnosi się do żywności GM tym bardziej, że w badaniach nad jej wpływem na zdrowie zwierząt (człowieka) za badania długoterminowe uznaje się już badania prowadzone przez 3 miesiące, stosując najczęściej 10–30% udział paszy GM w stosowanej diecie doświadczalnej [Wawrzyniak 2015].

W skali globalnej problem głodu nie istnieje, bowiem na świecie produkuje się wystarczającą ilość żywności. Głód w niektórych rejonach świata ma głównie charakter ekonomiczny. Barierą w likwidacji tego nierównomiernego rozkładu dostępu do żywności jest nierównomierna dystrybucja żywności. Rozwiązanie problemu głodu na świecie sprowadza się także do zapewnienia dostępu do wody. Jednocześnie głód i niedożywienie nie są problemem wyłącznie krajów rozwijających się [FAO, IFAD... 2022].

Każdego roku na świecie, aby nie dopuścić do obniżenia cen, niszczy się około 30% żywności. Skalę marnotrawstwa powiększa sektor biopaliw. Obecnie 3% upraw światowych przeznacza się na produkcję surowca do produkcji biopaliw. Unia Europejska planuje zwiększanie udziału upraw na produkcję biopaliw. Nie trudno przewidzieć, jakie skutki będzie to wywoływać w odniesieniu do cen żywności. Należy również zauważyć, że największa firma produkująca nasiona i żywność modyfikowaną genetycznie – Monsanto – została w 2018 r. kupiona przez niemiecki koncern Bayer za 63 mld euro. Uprawa roślin genetycznie modyfikowanych z jednej

strony postrzegana jest jako szansa, a z drugiej jako zagrożenie. Trudno jest to jednoznacznie rozstrzygnąć. Wskazuje się, że w uprawie roślin genetycznie modyfikowanych kluczowa staje się konkurencja w odniesieniu do żywności konwencjonalnej oraz posiadanie przewagi ekonomicznej i biotechnologicznej [Zhang i in. 2016, Achremowicz i Wawrzyniak 2016, Gizaw 2019, Shen i in. 2022].

Produkcja żywności ekologicznej spełnia dwie funkcje społeczne. Pozytywnie wpływa na środowisko naturalne, co pozwala osiągać korzyści rolno-środowiskowe oraz jest odpowiedzią na zmiany struktury popytu na rynku. Produkcja żywności metodami ekologicznymi jest istotnym elementem popularyzowanej koncepcji zrównoważonego rozwoju realizującego cele społeczne, ekonomiczne i ekologiczne. Ponadto wiąże ona działania zaspokajania podstawowych potrzeb społeczeństwa, poprawiania jakości życia oraz zapewnienia odpowiedniej ilości dóbr z działaniami zmierzającymi do ochrony i poprawy stanu środowiska naturalnego. Produkcja żywności ekologicznej związana jest z innowacyjnością i bardzo wysokim poziomem specjalistycznej wiedzy. W latach 2000–2015 wartość sprzedaży produktów ekologicznych na rynku UE wzrosła o 20,6 mld euro. Najwyższy poziom sprzedaży produktów eko oraz bio notowany jest w krajach najbogatszych, a czynnikami, od których zależy poziom konsumpcji, są dochody gospodarstwa domowego i cena produktów substytucyjnych. Największy popyt na żywność ekologiczną odnotowuje się w Niemczech, gdzie regionalna żywność ekologiczna promowana jest poprzez nadawanie specjalnego certyfikatu *fair & regional*. Ma to wyróżnić produkty, które nie tylko są ekologiczne, ale również ich produkcja generuje miejsca pracy w regionie [Brągiel i Ślusarczyk 2017].

Bezpieczeństwo żywności jest pojęciem relatywnym. Nie jest nierozzerwalną biologiczną cechą żywności. Dana żywność może być bezpieczna dla niektórych osób, ale dla innych może już być niebezpieczna, bezpieczna na pewnym poziomie spożycia pod względem składu czy jakości mikrobiologicznej, ale nie na innym, oraz bezpieczna w pewnym punkcie czasowym, w pewnym wieku człowieka, a w innym – nie. Zamiast tego bezpieczną żywność można definiować jako taką, w której pewien poziom ryzyka nie został przekroczony. Decyzje, co do akceptowalności tego poziomu, powiązane są z opiniami, jak również stanem wiedzy. Kiedy takie decyzje mają implikacje w komercyjnych lub innych partykularnych interesach, bezpieczeństwo żywności wchodzi w obszar polityki [Nestle 2003].

W miarę rozwoju cywilizacji i postępu technologicznego spada zapotrzebowanie na energię zużywaną na wysiłek fizyczny człowieka, co powoduje, że dzienna podaż kalorii w diecie także powinna się zmniejszać, a tak się nie dzieje. Wraz ze starzeniem się organizmu zapotrzebowanie energetyczne człowieka zmniejsza się średnio o 1–2% podstawowej przemiany materii na dekadę. Niestety rytuał codziennego spożywania posiłku nie zmienia się w aż tak dużym stopniu. Biorąc pod uwagę te dwa zjawiska, u ludzi mieszkających w krajach wysokorozwiniętych powstają problemy związane z chorobami cywilizacyjnymi: cukrzyca typu 2, choroby układu krążenia i nowotwory. Współczesny człowiek powinien więc zmienić sposób

podejścia do żywności i żywienia. Odpowiedzią szeroko rozumianego przemysłu spożywczego na te zjawiska mogą być droższe produkty ekologiczne i tradycyjne, a także produkty o obniżonej wartości energetycznej, w tym o obniżonej zawartości tłuszczu, cukru lub białka.

Bezpieczeństwo żywnościowe *versus* żywność tradycyjna/ekologiczna są ujemnie skorelowane. Bezpieczeństwo żywnościowe to przede wszystkim jego odpowiednia ilość, wydajność z hektara, natomiast produkcja żywności tradycyjnej/ekologicznej jest mniej wydajna i tym samym droższa. Z kolei bezpieczeństwo żywności *versus* żywność tradycyjna to zależność skorelowana dodatnio. Dlatego w krajach bogatych zainteresowanie konsumentów, wielkość produkcji i wzrost spożycia żywności tradycyjnej/ekologicznej systematycznie rosną [Feldmann i Hamm 2015, Hempel i Hamm 2016, Hermaniuk 2018, Musiał i Szumiec 2019].

Proces produkcji żywności wiąże się z koniecznością pakowania żywności, a więc z opakowaniami. Z punktu widzenia bezpieczeństwa żywności najbezpieczniejsze opakowania to takie, które nie generują czynników szkodliwych (fizycznych, chemicznych czy biologicznych). Na chwilę obecną za najbezpieczniejsze uważa się papier i szkło, które w ostatnich kilkudziesięciu latach przegrywają z wszechobecnymi tworzywami sztucznymi. W przypadku szkła ważne jest minimalne ryzyko zagrożeń chemicznych (brak migracji), lecz stosowanie szkła zwiększa ryzyko zanieczyszczenia fizycznego. Z kolei papier nie daje barierowości, co także wiąże się z zagrożeniami. Tworzywa sztuczne niejednokrotnie stanowią źródło zagrożeń chemicznych [Lisińska-Kuśnierz i Kawecka 2012, Geueke i in. 2018, Vasile i Baican 2021]. Rodzaj opakowania charakteryzowany jest tzw. limitem migracji globalnej [Rozporządzenie 1935/2004]. W stosunku do żywności wyznaczone są dwa wskaźniki limitu migracji globalnej. Pierwszy wskaźnik odnosi się do migracji globalnej na dm^2 powierzchni opakowania i powinien wynosić $< 10 \text{ mg/dm}^2$, a drugi odnosi się do masy produktu i wynosi $< 60 \text{ mg/kg}$ żywności. Prawidłowe poziomy tych dwóch wskaźników mogą dawać poczucie bezpieczeństwa w odniesieniu do stosowanych opakowań. Jednak, uwzględniając stosunek powierzchni opakowań do niektórych produktów, np. w plasterkowanej wędlinie dojrzewającej, powierzchnia kontaktu jednego kilograma tego produktu może przekraczać kilkadziesiąt razy powierzchnię przewidzianą w limitach migracji dla 1 kg żywności. Dotyczy to szczególnie małych porcji żywności, zwykle bardzo drogiej. Dodatkowo wymagania dla migracji globalnej opakowań produktów dla dzieci (też małe porcje o niekorzystnym stosunku masy do powierzchni) są takie same, jak dla dorosłych, co w konsekwencji prowadzi do większego narażenia dzieci na substancje przenikające z opakowań. Co ciekawe, w metodologii badania migracji globalnej, jeżeli czas kontaktu produktu z opakowaniem wynosi powyżej 24 godzin, to czas badania migracji globalnej tworzywa wynosi 10 dni. Niestety może się okazać, że tworzywa sztuczne stosowane do opakowań żywności są tym, czym były metale ciężkie (ołów) 3 tys. lat temu.

W 1974 r. Marc Lalonde, minister zdrowia Kanady, opublikował raport „A new perspective on the health of Canadians, a working document” [1974], w którym przedstawił koncepcję pól zdrowia, stanowiących cztery nadrzędne kategorie determinant zdrowia, spośród których największe znaczenie dla kształtowania zdrowia ma styl życia ludzi (55%), środowisko życia (20%), czynniki biologiczno-dziedziczne (15%) i organizacja opieki zdrowotnej (10%). Zatem za indywidualne zdrowie i zdrowie społeczne przede wszystkim odpowiada każdy człowiek. Bezpieczeństwo żywnościowe i żywności powinno stanowić nadrzędną potrzebę każdego człowieka, a zarazem priorytetowy cel jego egzystencji.

PIŚMIENNICTWO

- Achremowicz B, Wawrzyniak A., 2016. Żywność zmodyfikowana genetycznie – szanse i zagrożenia. *Nauka* 2, 171–179.
- Adamczyk J., Nitkiewicz T., 2007. Prognozowanie zrównoważonego rozwoju. Wyd. PWE, Warszawa, s. 25.
- Bragiel E., Ślusarczyk B., 2017. Tendencje na europejskim rynku żywności ekologicznej. *Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Probl. Rol. Świat.* 17, 32 (3), 29–38.
- FAO, 2003. Trade reforms and food security, <https://www.fao.org/3/y4671e/y4671e05.htm#TopOfPage> [dostęp: 1.07.2022 r.].
- FAO, 2022. Food safety and quality, <https://www.fao.org/food-safety/en/> [dostęp: 1.07.2022 r.].
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO, 2022. The state of food security and nutrition in the world 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable, <https://doi.org/10.4060/cc0639en>
- Feldmann C., Hamm U., 2015. Consumers’ perceptions and preferences for local food: A review. *Food Qual. Prefer.* 40, 152–164.
- Geueke B., Groh K., Muncke J., 2018. Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety aspects for commonly used materials. *J. Clean. Prod.* 193, 491–505.
- Gizaw Z., 2019. Public health risks related to food safety issues in the food market: a systematic literature review. *Environ. Health Prev. Med.* 24, 68.
- Godela A., Lewańska M., Olszewska D., Myga-Nowak M., 2016. Bezpieczeństwo żywności w Polsce – przegląd najważniejszych zagadnień. *Prace Naukowe Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie. Technika, Informatyka, Inżynieria Bezpieczeństwa* 4.
- GUS, 2021. Sytuacja gospodarstw domowych w 2020 r. w świetle wyników badania budżetów gospodarstw domowych, Warszawa.
- GUS, 2022. Mały Rocznik Statystyczny Polski, Warszawa.
- Hempel C., Hamm U., 2016. Local and/or organic: A study on consumer preferences for organic food and food from different origins. *Int. J. Consum. Stud.* 40 (6), 732–741.

- Hermaniuk T., 2018. Postawy i zachowania konsumentów na rynku ekologicznych produktów żywnościowych. *Handel Wewn.* 2 (373), 189–199.
- Jeżowski P., 2012. Rozwój zrównoważony i jego nowe wyzwania. *Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego. Studia i Prace* 2 (10), 101.
- Kurzak-Mabrouk A., 2018. Wpływ zrównoważonego rozwoju na wyłanianie się innowacji opakowaniowych w branży spożywczej. *ICPM-PP International Conference on Production management and Packaging „Food Safety and Industry 4.0”*, ICPM-PP, Łódź 22.11.2018 r.
- Lalonde M., 1974. A new perspective on the Canadians. W: Working Document, Minister of National Health and Welfare, Ontario.
- Licitra G., 2010. Worldwide traditional cheeses: Banned for business? *Dairy Sci. Technol.* 90, 357–374.
- Lisińska-Kuśnierz M., Kawecka A., 2012. Zapewnienie bezpieczeństwa opakowań produktów żywnościowych w łańcuchu dostaw. *Handel Wewn.* 1 (336), 60–68.
- Małysz J., 2008. Bezpieczeństwo żywnościowe – strategiczną potrzebą ludzkości. *ALMAMER*, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Warszawa.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., 1995. Przekraczanie granic. Globalne załamanie czy bezpieczna przyszłość? Centrum Uniwersalizmu przy Uniwersytecie Warszawskim, Polskie Towarzystwo Współpracy z Klubem Rzymskim, Warszawa, s. 47.
- Musiał K., Szumiec A., 2019. Rozpoznawalność i postrzeganie produktów tradycyjnych i regionalnych pochodzenia zwierzęcego jako konkurencyjnej oferty na polskim rynku żywnościowym. *Wiad. Zoot.* 57 (4).
- Nestle M., 2003. Safe food: bacteria, biotechnology, and bioterrorism. University of California Press Berkeley, USA.
- Nicklaus S., Divaret-Chauveau A., Chardon M.L., Roduit C., Kaulek V., Ksiazek E., Dalphin M.L., Karvonen A.M., Kirjavainen P., Pekkanen J., 2019. Pasture study group. The protective effect of cheese consumption at 18 months on allergic diseases in the first 6 years. *Allergy* 74, 788–798.
- Omiecuch J., 2016. Jakość i bezpieczeństwo żywności w Polsce. *Społeczeństwo i Ekonomia* 6, 123–136.
- Rozporządzenie (WE) Nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r. w sprawie materiałów i wyrobów przeznaczonych do kontaktu z żywnością oraz uchylające dyrektywy 80/590/EWG i 89/109/EWG (Dz.U. L 338).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004 (Dz.U. L 304).
- Shen C., Yin X.C., Jiao B.Y., Li J., Jia P., Zhang X.W., Cheng X.H., Ren J.X., Lan H.D., Hou W.B., Fang M., Li X., Fei Y.T., Robinson N., Liu J.P., 2022. Evaluation of adverse effects/events of genetically modified food consumption: a systematic review of animal and human studies. *Environ. Sci. Eur.* 34, 8.

- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. 2006 Nr 171 poz. 1225).
- Vasile C., Baican M., 2021. Progresses in food packaging, food quality, and safety – controlled-release antioxidant and/or antimicrobial packaging. *Molecules* 26 (5), 1263.
- Wawrzyniak A., 2015. Spożycie żywności modyfikowanej genetycznie – wpływ na zdrowie ludzi i zwierząt. Przegląd badań. IV Konferencja Naukowa z cyklu „Mity i Rzeczywistość XXI wieku – Żywność Genetycznie Modyfikowana GMO” 7.11.2015 r., Warszawa.
- Willett W., 2014. Lepiej późno niż wcale. *Świat Nauki* 4, 18.
- Zhang C., Wohlueter R., Zhang H., 2016. Genetically modified foods: A critical review of their promise and problems. *Food Sci. Human Welln.* 5 (3), 116–123.
- Żylicz T., 2004. *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*. Wyd. PWE Warszawa, s. 28.

ROZDZIAŁ 3

ZARZĄDZANIE BEZPIECZEŃSTWEM ŻYWNOSCI – WSPÓŁCZESNE WYZWANIA

Motto:

„(...) dziś problem polega nie tylko na tym, by dostarczać człowiekowi odpowiednią ilość dóbr, ale także by zaspokoić zapotrzebowanie na jakość: jakość towarów produkowanych i konsumowanych, jakość usług, z których się korzysta, jakość środowiska naturalnego i życia w ogóle”.

Jan Paweł II

Encyklika *Centesimus annus*
ogłoszona 1 maja 1991 r.

WPROWADZENIE

Bezpieczeństwo żywności jest jej najważniejszą cechą. Żywność powinna w równym stopniu zapewniać cechy akceptowane przez konsumentów, jak i być dla nich bezpieczną. Przez bezpieczeństwo żywności należy rozumieć brak zagrożeń w żywności (biologicznych, chemicznych i fizycznych) dla zdrowia i życia konsumentów [Niewczas-Dobrowolska 2000].

Bezpieczeństwo żywności stanowi integralną część jakości, jednak ze względu na fakt, że jest regulowane prawnie, zarówno w aktach prawnych, jak i w literaturze odnoszącej się do tej tematyki, używa się określenia jakości i bezpieczeństwo żywności (ang. *food quality and safety*).

¹ Zakład Technologii Mleka, Katedra Technologii i Oceny Żywności, Instytut Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, ul. Nowoursynowska 159C, 02-787 Warszawa, antoni_pluta@sggw.edu.pl

Jako początek systemowego zapewniania bezpieczeństwa żywności w UE-15 należy przyjąć opublikowanie dyrektywy Rady 93/43 z dnia 14 czerwca 1993 r. w sprawie higieny środków spożywczych. Państwa członkowskie miały wprowadzić w życie przepisy ustawowe, wykonawcze i administracyjne, niezbędne do wykonania niniejszej dyrektywy, nie później niż w ciągu 30 miesięcy od jej przyjęcia i niezwłocznie powiadomić o tym Komisję. Termin ten upływał w styczniu 1996 r. Z treści dyrektywy wynikał obowiązek stosowania w biznesie żywnościowym dobrych praktyk i systemu HACCP. Problemem pozostawała interpretacja wielu zapisów zawartych w uregulowaniach prawnych.

UREGULOWANIA PRAWNE W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA ŻYWNOSCI

Kluczowe znaczenie w kwestiach żywnościowych miało Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r., ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności.

Rozporządzenie to nałożyło na kraje członkowskie obowiązek wdrożenia systemu identyfikowalności (ang. *traceability*) od 1 stycznia 2005 r. Opublikowaniem tego dokumentu w Unii Europejskiej rozpoczęto regulowanie rozporządzeniami istotnych kwestii dotyczących żywności, które obowiązują wszystkie kraje członkowskie bezpośrednio.

Dyrektywa 93/43 została zastąpiona rozporządzeniami:

- Rozporządzeniem (WE) nr 852 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych oraz
- Rozporządzeniem (WE) nr 853 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego.

Rozporządzenia te weszły w życie 1 stycznia 2006 r.

Należy także wspomnieć krajową ustawę z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia, która reguluje te kwestie bezpieczeństwa żywności na poziomie krajowym, które nie są ujęte w rozporządzeniach UE.

Wspomnieć także należy Kodeks Żywnościowy FAO/WHO (*Codex Alimentarius*), do którego odwołuje się Rozporządzenie nr 852/2004, odnosząc się do stosowania systemu HACCP: wymogi HACCP powinny uwzględniać zasady zawarte w Kodeksie Żywnościowym (pkt 15).

Wyżej wspomniane dokumenty nakładają obowiązek stosowania dobrych praktyk (ang. *good manufacturing practice*, GMP; i *good hygienic practice*, GHP) oraz systemu HACCP, ale brak w nich szczegółowych wyjaśnień, jak te systemy opracować i wdrożyć. Nawet w Kodeksie Żywnościowym kwestie dotyczące systemu HACCP to

kilka stron tekstu, który zawiera podstawowe pojęcia i definicje, drzewo decyzyjne do wyznaczania krytycznych punktów kontrolnych i arkusz danych krytycznych punktów kontrolnych. Tak więc kwestia praktycznego opracowania i wdrożenia obligatoryjnych systemów zależała od wiedzy zespołów, które podejmowały się tych działań. Należy podkreślić, że po opublikowaniu dyrektywy 93/43 zaczęły ukazywać się na ten temat artykuły, przewodniki, a nawet podręczniki, ale stanowiły one odzwierciedlenie wiedzy, intuicji i ewentualnego doświadczenia autorów. Również publikowane z czasem przez instytucje przewodniki nadzoru nad żywnością (Państwowa Inspekcja Sanitarna, Inspekcja Weterynaryjna) cechowały się tymi samymi problemami. Zdarzały się w opracowaniach stanowiska sprzeczne lub nadinterpretacje. Członkowie zespołów wdrażających systemy często byli w sytuacji ulegania presji wymagań narzucanych przez inspektorów [Sikora 2005, Sikora i Strada 2005].

Po wielu latach wydaje się, że problem ten został rozwiązany przez dokumenty, które wyjaśniają, jak należy interpretować szczegółowe kwestie w przypadku wdrażania obligatoryjnych systemów zapewnienia bezpieczeństwa żywności, przedstawiono je poniżej.

- Zawiadomienie Komisji w sprawie wytycznych dotyczących wdrażania systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności, obejmujących programy warunków wstępnych i procedury oparte na zasadach HACCP, uwzględniając ułatwienia/elastyczność w zakresie wdrażania w niektórych przedsiębiorstwach spożywczych (2016/C 278/01).
- Zawiadomienie Komisji w sprawie wytycznych, dotyczących wdrażania systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności, obejmujących dobre praktyki higieniczne i procedury oparte na zasadach HACCP, uwzględniając ułatwienia/elastyczność w zakresie wdrażania w niektórych przedsiębiorstwach spożywczych (2022/C 355/01).
- Wytyczne dotyczące wykonania niektórych przepisów rozporządzenia (WE) nr 852/2004 w sprawie higieny środków spożywczych; Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności, Bruksela, 2008.
- Wytyczne dotyczące wykonania niektórych przepisów rozporządzenia (WE) nr 853/2004 dotyczącego higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego, Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności, Bruksela, 2009.

Pierwszy z wyżej wymienionych dokumentów został uaktualniony w 2022 r. i stanowi oficjalne stanowisko Komisji Europejskiej [Zawiadomienie Komisji... 2016, 2022]. W dokumencie z 2016 r. przeczytać można, że „w niniejszych wytycznych przyjęto bardziej zintegrowane podejście, obejmujące zarówno programy warunków wstępnych, jak i HACCP w ramach systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności, uwzględniając elastyczność zapewnianą niektórym przedsiębiorstwom”, jednak „od 2016 r. dokonano wielu zmian w odpowiednich przepisach (np. zmiana normy ISO 22 000 i ogólnych zasad higieny żywności opracowanych przez Komisję

Kodeksu Żywnościowego) oraz przyjęcie kodeksu postępowania dotyczącego zarządzania alergenami pokarmowymi dla podmiotów prowadzących przedsiębiorstwa spożywcze...”. W ostatnich latach Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności opublikował także wiele istotnych opinii naukowych i zdobyto dalsze doświadczenia związane z praktycznym wdrażaniem zaleceń, stąd też uznano „że należy dokonać przeglądu zawiadomienia z 2016 r.” Jak zapisano w drugim omawianym dokumencie [Zawiadomienie Komisji... 2022]: „celem niniejszych wytycznych jest usprawnienie i zharmonizowanie wdrażania wymogów UE dotyczących dobrych praktyk higienicznych i procedur opartych na zasadach systemu analizy zagrożeń i krytycznych punktów kontroli (procedur opartych na HACCP) jako części systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności dzięki udostępnieniu praktycznych wskazówek dotyczących:

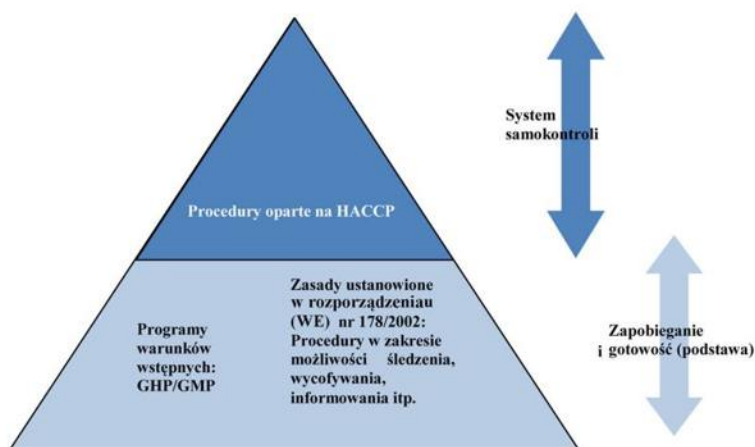
- odpowiednich przepisów prawnych, powiązań między dobrymi praktykami higienicznymi, programami warunków wstępnych (ang. *prerequisite programme*, PRP), operacyjnymi programami warunków wstępnych (ang. *operational prerequisite programme*, OPRP) i procedurami opartymi na HACCP w ramach systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności, związków z międzynarodowymi normami i szkoleniami oraz korzystania z wytycznych dotyczących dobrych praktyk higienicznych;
- wdrożenia dobrych praktyk higienicznych, w tym przewidzianej w przepisach unijnych elastyczności zapewnianej niektórym przedsiębiorstwom spożywczym w związku z ich wdrażaniem (załącznik I);
- wdrożenia procedur opartych na HACCP, w tym przewidzianej w przepisach unijnych elastyczności zapewnianej niektórym przedsiębiorstwom spożywczym w związku z ich wdrażaniem (załącznik II);
- audytu systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności (załącznik III)”.

W dalszej części dokumentu z 2022 r. napisano: „wytyczne dostarczają narzędzi lub przykładów wszystkim podmiotom prowadzącym przedsiębiorstwa spożywcze, jak wdrażać wymogi UE, i można je uzupełnić wytycznymi na szczeblu sektorowym i krajowym, aby mogły być bezpośrednio stosowane w konkretnych przedsiębiorstwach. Są one skierowane do właściwych organów, aby promować jednakową interpretację wymogów prawnych, oraz do podmiotów prowadzących przedsiębiorstwa spożywcze, aby pomóc im we wdrażaniu wymogów UE po wprowadzeniu dostosowań specyficznych dla danego przedsiębiorstwa i bez uszczerbku dla podstawowej odpowiedzialności tych przedsiębiorstw w zakresie bezpieczeństwa żywności”.

Ogólnie rzecz biorąc, system zarządzania bezpieczeństwem żywności stanowi holistyczny system, obejmujący działania w zakresie zapobiegania, gotowości i samokontroli, podejmowane w celu zarządzania bezpieczeństwem żywności i higieną w przedsiębiorstwie spożywczym. System zarządzania bezpieczeństwem żywności powinien być postrzegany jako praktyczne narzędzie służące do kontrolowania śro-

dowiska i procesów zapewniania bezpieczeństwa produktów [Zawiadomienie Komisji... 2016]. Przy czym gotowość odnosi się do przyjętych środków, takich jak przepisy dotyczące możliwości śledzenia, narzędzi informowania, systemu wycofywania (itp.), dzięki którym podmioty prowadzące przedsiębiorstwa spożywcze mogą bezpośrednio i skutecznie podejmować działania niezbędne do ochrony i informowania konsumentów w przypadku nieprzestrzegania wymogów. Powiązania między poszczególnymi elementami systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności przedstawiono na rycinie 1.

SYSTEM ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM ŻYWNOŚCI



Ryc. 1. Elementy systemu zarządzania bezpieczeństwem żywności
[Zawiadomienie Komisji... 2016]

W dokumencie jednoznacznie stwierdzono, że przed zastosowaniem procedur opartych na HACCP w odniesieniu do dowolnego przedsiębiorstwa, podmiot prowadzący przedsiębiorstwo spożywcze powinien wdrożyć programy warunków wstępnych. W kolejnych załącznikach do dokumentu, o których wspomniano powyżej, omówione zostały szczegółowe działania, które należy wykonać.

W rozdziale 3 Zawiadomienia Komisji [2022] zamieszczono kilkanaście definicji podstawowych pojęć, które w zamieszczonym brzmieniu są zredagowane w sposób bardziej komunikatywny dla czytelnika. Dla przykładu przytoczono dwie wybrane definicje:

- „Dobre praktyki higieniczne (GHP): podstawowe środki i warunki stosowane na każdym etapie łańcucha żywnościowego w celu zapewnienia bezpiecznej i odpowiedniej żywności. Dobre praktyki higieniczne obejmują również dobre praktyki produkcyjne (GMP, kładące nacisk na prawidłową metodykę pracy, np. prawidłowe dozowanie składników, odpowiednią temperaturę przetwarzania, sprawdzanie, czy opakowania są czyste i nieuszkodzone), dobre praktyki rolnicze (ang. *good agricultural practice*, GAP, np. stosowanie wody o odpowiedniej jakości do nawadniania, system

„wszystko do, wszystko z” w hodowli zwierząt), dobre praktyki weterynaryjne (ang. *good veterinary practice*, GVP), dobre praktyki wytwarzania (ang. *good processing practice*, GPP), dobre praktyki dystrybucyjne (ang. *good distribution practice*, GDP) i dobre praktyki handlowe (ang. *good trade practice*, GTP)”.

- Zagrożenie: czynnik biologiczny (np. *Salmonella*), chemiczny (np. dioksyna, alergen) lub fizyczny (np. twarde, ostre ciała obce, takie jak kawałki szkła, metalu) w żywności lub paszy bądź stan żywności lub paszy, mogący powodować negatywne skutki dla zdrowia.

Z definicji zagrożenia jednoznacznie wynika, że alergen należy zaliczyć do zagrożeń chemicznych, co niekiedy było przedmiotem różnych dyskusji.

W Zawiadomieniu Komisji [2022] zawarto siedem dodatków:

- Dodatek 1: Przegląd systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności dla działalności innej niż produkcja podstawowa i związane z nią działania.
- Dodatek 2: Przykład analizy zagrożenia – procedura (półilościowej) oceny ryzyka.
- Dodatek 3: Przykładowe wskaźniki dotyczące narzędzia do oceny kultury bezpieczeństwa żywności.
- Dodatek 4A: Przykładowy schemat podejmowania decyzji do celów identyfikowania krytycznych punktów kontroli.
- Dodatek 4B: Przykładowy uproszczony schemat podejmowania decyzji.
- Dodatek 5: Porównanie dobrych praktyk higienicznych (GHP), operacyjnych programów warunków wstępnych i krytycznych punktów kontroli.
- Dodatek 6: Wzór pisma informującego.
- Dodatek 7: Wzór listy kontrolnej dotyczącej HACCP.

Reasumując, należy stwierdzić, że omawiane Zawiadomienie Komisji... [2022] jest ważnym dokumentem zarówno dla wdrażających i utrzymujących systemy zarządzania bezpieczeństwem żywności, jak i dla urzędowego nadzoru nad żywnością. Dobra znajomość treści tego dokumentu wykluczy dowolność w interpretacji niektórych wymagań, tym bardziej, że zawiera on stanowisko Komisji Europejskiej.

Drugi dokument, który może mieć zastosowanie przy wdrażaniu systemów bezpieczeństwa żywności w przedsiębiorstwach przemysłu spożywczego, to: Wytyczne dotyczące wykonania niektórych przepisów rozporządzenia (WE) nr 852/2004 w sprawie higieny środków spożywczych [2008]. Jest to dokument opracowany przez Dyрекcję Generalną ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności. Jak zaznaczono, dokument ten został opracowany do celów informacyjnych i nie został przyjęty ani w żaden sposób zatwierdzony przez Komisję Europejską. Jednak zważywszy na pozycję jednostki, która dokument przygotowała, można przyjąć, że zawiera wskazówki, które nawet przy pewnej ostrożności można przyjąć jako wiarygodne wytyczne. Niniejszy dokument jest skierowany głównie do przedsiębiorstw

sektora spożywczego i właściwych organów. Jego celem jest udzielenie wskazówek na temat wdrożenia nowych wymogów w zakresie higieny żywności i związanych z tym kwestii. Wytyczne te mają na celu ułatwienie wszystkim uczestnikom łańcucha żywnościowego lepsze zrozumienie oraz prawidłowe i jednolite stosowanie rozporządzenia 852/2004.

W dokumencie tym omówiono następujące zagadnienia:

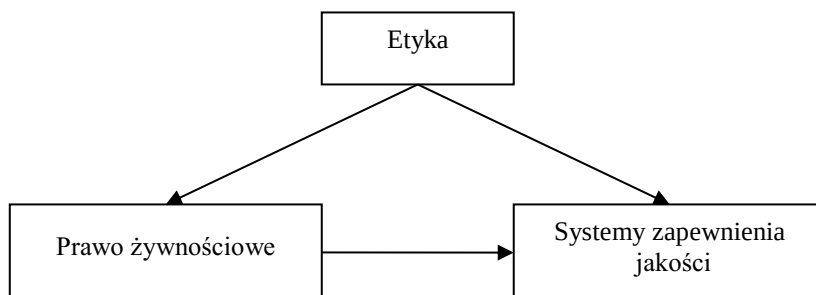
- obowiązki przedsiębiorstw sektora spożywczego,
- określenia „w miarę potrzeb”, „gdzie właściwe”, „odpowiednie” i wystarczające”,
- elastyczność,
- rejestracja i zatwierdzanie zakładów,
- wytyczne dobrej praktyki w zakresie higieny oraz stosowania zasad HACCP,
- dokumentacja,
- kwestie techniczne (załączniki).

Szczegółowe sugerowane rozwiązania zainteresowany czytelnik znajdzie w omawianym dokumencie.

Tak więc te dwa wyżej przedstawione dokumenty rozwiązują wiele wątpliwości, które przez lata były przedmiotem dyskusji, a czasem nawet sporów dotyczących interpretacji zapisów aktów prawnych odnoszących się do zarządzania bezpieczeństwem żywności.

PODSUMOWANIE

Dotychczas stosowane rozwiązania systemowe są wystarczające, chociaż nie zawsze gwarantują zapewnienie oczekiwanej jakości. Dalsze wprowadzanie kolejnych systemów nie jest celowe, gdyż mogłyby nie służyć celowi, dla którego są opracowane. Mogłyby stanowić barierę biurokratyczną w działaniu organizacji. Istotne jest, żeby systemy wdrożone w organizacjach były właściwie utrzymywane. W tej sytuacji pozostają działania 2 × E! Etyka + Edukacja. W zapewnianiu jakości, w tym bezpieczeństwa żywności, najważniejsza jest etyka. Prawo reguluje niektóre aspekty, określa ramy działania; systemy zarządzania są tylko narzędziami, które mogą pomóc osiągnąć zamierzony cel. Natomiast bez przestrzegania zasad etyki przez każdego uczestnika procesu wytwarzania i dystrybucji żywności, zapewnienie oczekiwanej przez konsumenta jakości będzie niemożliwe. Należy pamiętać, że w przetwórstwie żywnościowym obok stosowania prawa żywnościowego i systemów zapewnienia bezpieczeństwa muszą być przestrzegane normy etyczne (ryc. 2).



Ryc. 2. Etyka, prawo żywnościowe i systemy zapewnienia bezpieczeństwa
[Kołożyn-Krajewska i Sikora 2010]

Drugą kwestią jest szeroko rozumiana edukacja społeczna dotycząca żywności, jej składników, dodatków, technologii, ale prowadzona przez przedstawicieli kompetentnych środowisk, gdyż dzisiaj konsumenci edukują się w mediach społecznościowych, przekazując sobie na ogół sensacyjne i niesprawdzone informacje.

Dzięki stosowaniu obligatoryjnych systemów zapewnienia bezpieczeństwa w łańcuchu żywnościowym, prowadzeniu edukacji konsumentów i przypominaniu wszystkim o etycznym zachowaniu, można być pewnym, że żywność będzie bezpieczna i o akceptowanej jakości. Wielcy teoretycy i praktycy jakości pod koniec ubiegłego wieku twierdzili, że XXI wiek będzie wiekiem jakości. Należy mieć nadzieję, że będziemy tego świadkami.

PIŚMIENNICTWO

- Kołożyn-Krajewska D., Sikora T., 2010. Zarządzanie bezpieczeństwem żywności. Teoria i praktyka, Wyd. C.H. Beck, Warszawa.
- Niewczas-Dobrowolska M., 2000. Jakość i bezpieczeństwo żywności. Systemy – Postawy – Konsumenci. Wyd. Nauk. PTTŻ, Kraków.
- Rozporządzenie (WE) nr 178/2002 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 28 stycznia 2002 r. ustanawiające ogólne zasady i wymagania prawa żywnościowego, powołujące Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności oraz ustanawiające procedury w zakresie bezpieczeństwa żywności (Dz.U. L 31 z dnia 01.02.2002 r.).
- Rozporządzenie (WE) nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych (Dz.U. L 139 z dnia 30.04.2004 r.).
- Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego (Dz.U. L 139 z dnia 30.04.2004 r.).
- Sikora T., 2005. Methods and systems of food quality and safety assurance. Pol. J. Food Nutr. Sci. 14 (55), 41–48.

- Sikora T., Strada A., 2005. Safety and quality assurance and management systems in food industry: an overview. W: The food industry in Europe, Agricultural University of Athens, Athens.
- Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz.U. 2006, nr 171, poz. 1225 z późn. zm.).
- Wytyczne dotyczące wykonania niektórych przepisów rozporządzenia (WE) nr 852/2004 w sprawie higieny środków spożywczych; Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności, Bruksela, 2008.
- Wytyczne dotyczące wykonania niektórych przepisów rozporządzenia (WE) nr 853/2004 dotyczącego higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego, Dyrekcja Generalna ds. Zdrowia i Bezpieczeństwa Żywności, Bruksela, 2009.
- Zawiadomienie Komisji w sprawie wytycznych dotyczących wdrażania systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności obejmujących programy warunków wstępnych i procedury oparte na zasadach HACCP, uwzględniając ułatwienia/elastyczność w zakresie wdrażania w niektórych przedsiębiorstwach spożywczych (2016/C 278/01) z dnia 30.07.2016 r.
- Zawiadomienie Komisji w sprawie wytycznych dotyczących wdrażania systemów zarządzania bezpieczeństwem żywności obejmujących dobre praktyki higieniczne i procedury oparte na zasadach HACCP, uwzględniając ułatwienia/elastyczność w zakresie wdrażania w niektórych przedsiębiorstwach spożywczych (2022/C 355/01) z dnia 16.09.2022 r.

ROZDZIAŁ 4

TRADYCJA I INNOWACJE W PRODUKCJI MLEKA I JEGO PRZETWÓRSTWIE

WPROWADZENIE

Mleko różnych gatunków ssaków było spożywane przez człowieka już w czasach prehistorycznych. Od zawsze zaspokajało podstawowe potrzeby żywieniowe. Z czasem nauczono się przetwarzać je, co przedłużyło trwałość. Prawdziwą rewolucją w przetwórstwie mleka było odkrycie pod koniec XIX w. procesu pasteryzacji i zastosowanie go w celu zapobiegania zakwaszaniu mleka i niszczenia lub zahamowania wzrostu drobnoustrojów, przy jednoczesnym zachowaniu smaku i uniknięciu obniżenia wartości odżywczej. W dalszych latach, w związku z rozwojem przemysłowym i zwiększoną skalą zapotrzebowania na podstawowe produkty mleczne, postępowała mechanizacja przetwórstwa mleka. Współcześnie znanych jest wiele innowacyjnych technologii, które nie pogarszają jakości żywności, a wręcz znacząco wpływają na poprawę jej wartości odżywczej, w tym prozdrowotnej. Jednak należy podkreślić, że w Polsce w ostatnich latach zauważalny jest wzrost zainteresowania tradycyjnymi, rzemieślniczymi produktami mlecznymi, wytwarzanymi w gospodarstwach lub przez małe, lokalne mleczarnie. Konsumenci poszukują bowiem unikatowych cech sensorycznych kształtowanych przez pokolenia.

PRODUKCJA MLEKA

Produkcja mleka i jego przetwórstwo stanowią ważny dział produkcji rolniczej w Polsce. Mleko i przetwory mleczne są podstawowymi produktami żywnościowymi.

¹ Katedra Oceny Jakości i Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, aneta.brodziak@up.lublin.pl

² Katedra Polityki Gospodarczej i Bankowości, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II w Lublinie, Al. Racławickie 14, 20-950 Lublin, maria.zuba@kul.pl

wymi i strategicznymi artykułami handlowymi. W 2020 r. wartość towarowej produkcji mleka wyniosła 17 mld zł, a jej udział w wartości towarowej produkcji rolniczej stanowił 18,4%. Produkcja mleka koncentruje się w regionach centralnych i wschodnich kraju, tj. na terenie województw mazowieckiego (23% pogłowia krów mlecznych), podlaskiego (20%), wielkopolskiego (13%), łódzkiego i warmińsko-mazurskiego (po 8% udziału w krajowym pogłowie), kujawsko-pomorskiego (6%) i lubelskiego (5%). Na tym terenie realizowane jest 86% wolumenu dostaw mleka w Polsce [KOWR 2021].

Kluczowym czynnikiem warunkującym ilość, jakość produkowanego mleka oraz zdrowotność krów jest żywienie. W wyspecjalizowanych w produkcji mleka regionach rolnicy wdrożyli nowoczesne technologie produkcji. Krowy utrzymywane są przez cały rok w systemie oborowym, a ich żywienie opiera się na kiszonce z kukurydzy i sianokiszonkach z roślin uprawianych na gruntach ornych (mieszanki traw i lucerny). Znaczny odsetek stad jest całorocznie żywiony systemem TMR (ang. *total mixed ration* – całkowicie wymieszana dawka) z pominięciem wypasu pastwiskowego. TMR to system żywienia wysokowydajnych krów mlecznych, w którym wszystkie pasze objętościowe, treściwe, mineralne i inne dodatki podawane są razem, po wymieszanu, jako pasza pełnoporcjowa. Tradycyjny system chowu bydła jest z kolei charakterystyczny dla południowej części kraju, województw: podkarpackiego, małopolskiego i częściowo świętokrzyskiego. Na obszarze tym występują mniejsze gospodarstwa, w większości bez sprecyzowanego profilu produkcji. Stada krów liczą najczęściej do 10 sztuk. Zwierzęta utrzymywane są w tradycyjnych oborach uwięziowych, a pasze w większości gospodarstw pozyskiwane są z naturalnych użytków zielonych. Znaczny udział w żywieniu zimowym krów ma siano, latem natomiast krowy są wypasane na pastwisku [Litwińczuk i Grodzki 2014]. Wyniki badań wskazują, że mleko produkowane w takim systemie charakteryzuje się wyższą zawartością składników biologicznie czynnych [Brodziak i in. 2020], co wykazano także w systemie ekologicznym [Brodziak i in. 2021], oraz lepszą przydatnością do przetwórstwa [Teter i in. 2019], w porównaniu z surowcem pochodzącym od krów utrzymywanych w intensywnych systemach chowu. Barłowska i in. [2012] wykazali, że system produkcji wpływa również na profil kwasów tłuszczowych w mleku. Autorzy stwierdzili, że krowy żywione tradycyjnie produkowały mleko o istotnie wyższym udziale kwasów nienasyconych (jedno- i wielonienasyconych, w tym sprzężonego kwasu linolowego [ang. *conjugated linoleic acid*, CLA]). Mleko krów utrzymywanych w systemie intensywnym charakteryzowało się natomiast istotnie wyższym udziałem kwasów nasyconych, w tym długołańcuchowych. Z kolei Brodziak i in. [2018] stwierdzili, że surowiec pozyskiwany z gospodarstw ekstenywnych, a zwłaszcza ekologicznych, stanowił cenniejsze źródło związków przeciwutleniających, tj. β -laktoglobuliny, laktoferyny, witaminy E i β -karotenu, w porównaniu z mlekiem z systemów intensywnych.

Stosowanie tradycyjnego systemu utrzymania zwierząt w oparciu o żywienie pastwiskowe wpływa korzystnie nie tylko na jakość produkowanego surowca, ale

również na ich dobrostan. Radkowska i in. [2018] podkreślili, że rośliny pobierane bezpośrednio zawierają wiele substancji czynnych, korzystnie wpływających na prawidłowy przebieg procesów fizjologicznych, co sprawia, że zwierzęta mają wyższą odporność i zmniejsza się także liczba zachorowań z powodu kulawizn i chorób racic. Jednak pomimo niewątpliwych korzyści płynących z żywienia pastwiskowego krów, w gospodarstwach wyspecjalizowanych w produkcji mleka dominuje utrzymywanie zwierząt w oborach wolnostanowiskowych i żywienie w systemie TMR. Taki system utrzymania zapewnia prawidłowe zbilansowanie dawki pokarmowej, pokrycie zapotrzebowania krów i umożliwienie im realizacji wysokiego potencjału produkcyjnego. Z kolei wartość odżywcza runi pastwiskowej zmienia się w zależności od pory roku, fazy wzrostu roślin czy warunków pogodowych. Wiosenna ruń charakteryzuje się wysoką zawartością białka, natomiast latem wzrasta w roślinach udział włókna i obniża się ich strawność [Hennessy i in. 2020].

Prawidłowo zbilansowana dawka pokarmowa dla krów mlecznych to podstawowy warunek optymalnego przebiegu laktacji i składu mleka. Rolnicy coraz chętniej sięgają po innowacyjne składniki, co ma na celu poprawę zdrowotności zwierząt, jak również ich produktywność. Przykładem takich składników są substancje humusowe. Związki humusowe (kwas huminowy i fulwowy oraz huminy) są naturalnymi substancjami organicznymi znajdującymi się w glebie, powstającymi w procesie humifikacji martwej materii organicznej. Teter i in. [2021] wykazali, że zastosowanie dodatku paszowego zawierającego 65% kwasów huminowych w suchej masie w ilości 100 g na krowę/na dobę przez 60 dni pozytywnie wpłynęło na przydatność mleka do produkcji serów. Zaobserwowano wzrost zawartości białka (w tym kazeiny) i tłuszczu w mleku oraz obniżenie poziomu komórek somatycznych. W profilu mineralnym mleka zaobserwowano wyższy poziom wapnia i żelaza. Wydajność dobową krów nie uległa zmianie.

W ostatnich latach innowacją w produkcji mleka, a jednocześnie powrotem do tradycji, jest stosowanie ziół w żywieniu krów mlecznych. W tradycyjnych systemach utrzymania krowy mają stały dostęp do ziół, będących składnikiem runi w czasie wypasu. W sytuacji gdy zwierzęta są pozbawione możliwości korzystania z pastwisk, zioła mogą być dodatkowo wprowadzane do dawki pokarmowej. Kraszewski i in. [2008] wykazali, że zastosowanie mieszanki ziołowej zawierającej rumianek pospolity, krwawnik pospolity, rzepik pospolity, pokrzywę zwyczajną, babkę lancetowatą, dziurawiec zwyczajny i przywrotnik pasterski przyczyniło się do poprawy jakości higienicznej, tzn. zmniejszenia liczby komórek somatycznych, bakterii oraz drożdży i pleśni, jak również podniesienia wartości odżywczej mleka. Kuczyńska i in. [2018] wykazali, że podanie krowom mlecznym mieszanki ziół zawierającej oregano, kminek i rozmaryn oraz ekstraktów z cebuli i czosnku wpłynęło pozytywnie na stan zdrowotny krów oraz jakość mleka. Zaobserwowano obniżenie liczby komórek somatycznych z 645 tys./ml do 433 tys./ml. Ponadto stwierdzono wpływ ekstraktów z cebuli i czosnku na obniżenie koncentracji mocznika w mleku z 300 mg/l do 250 mg/l. Dodatek ziół do dawki pokarmowej krów może również

pozytywnie wpływać na status antyoksydacyjny surowca [Stobiecka i in. 2022]. Większość antyoksydantów zawartych w ziołach reaguje z wolnymi rodnikami powstającymi w początkowej fazie samoutleniania. Ze względu na swoje właściwości przeciwutleniające, w żywieniu zwierząt najczęściej stosowane są: rozmaryn, tymianek, anyż, cynamon, czosnek, kozieradka, cząber i mięta [El-Sayed i Youssef 2019, Ulewicz-Magulska i Wesołowski 2019, Odhaib i in. 2021].

Wprowadzenie do diety krów ziół bogatych w substancje aktywne wydaje się być naturalnym sposobem poprawy zdrowotności i produktywności zwierząt. Jednak wiedza na temat reakcji organizmu zwierząt na związki aktywne roślin jest niewystarczająca i wymaga dalszych badań. W zielonce i w innych paszach objętościowych mogą bowiem naturalnie występować związki szkodliwe (glikozydy, alkaloidy, saponiny, olejki eteryczne), jak również mikotoksyny, stanowiące potencjalne zagrożenie dla zdrowia i życia zwierząt, a ponadto negatywnie oddziałujące na ich produktywność, jak też jakość surowca. Dotyczy to zwłaszcza zwierząt wypasanych na pastwiskach i łąkach lub otrzymujących zielonkę. Krowy pobierają paszę w sposób selektywny, omijając instynktownie rośliny o niepożądanym smaku i zapachu, wśród których znajdują się również działające szkodliwie i toksycznie, m.in. starzec, heliotrop, wilczomlecz, turzyca, krotalaria, psianka, komosa, łubin czy żmijowiec. Związki aktywne zawarte w tych roślinach mogą powodować zmniejszenie produkcji mleka i pogarszać jego cechy sensoryczne (gorzki smak, wodnistość, zmiana barwy, nieprzyjemny zapach). Większe prawdopodobieństwo wprowadzenia tych substancji związane jest ze stosowaniem pasz konserwowanych, głównie kiszzonek sporządzanych z runi łąkowej czy kukurydzy (głównie mikotoksyny) [Brodziak i Król 2017]. Działania podejmowane przez hodowców w ramach dobrych praktyk rolniczych mają na celu zapobieganie omawianym zagrożeniom poprzez eliminację gatunków niepożądanych, czy zapewnienie właściwych warunków przechowywania pasz [Król i in. 2017].

Współcześnie dużo uwagi poświęca się selekcji bydła. W ostatnich latach producenci i konsumenci na całym świecie wykazują duże zainteresowanie mlekiem A2, otrzymywanym od krów o genotypie kazeiny β A2A2. Najczęstszymi z 12 znanych wariantów genetycznych kazeiny β są A1 i A2. Niestety allel A1 jest powiązany z występowaniem wielu chorób u ludzi. Dlatego niektórzy hodowcy prowadzą selekcję bydła produkującego mleko z wariantem A2 kazeiny β , a uzyskany surowiec oddzielnie sprzedają i przetwarzają [Duarte-Vázquez i in. 2017, Kumar i in. 2017, Kaskous 2020]. W Europie, w tym w Polsce, nie ma możliwości zakupu produktów mlecznych z mleka A2 (choć są stada, od których pozyskuje się mleko A2), ale na rynkach pozaeuropejskich są dostępne.

Współcześnie rozwój przemysłu mleczarskiego nie jest możliwy bez wprowadzania innowacji i nowatorskich rozwiązań technologicznych. Ich poziom decyduje o konkurencyjności produkcji mleka. Systematyczny rozwój i innowacje, koncentracja i intensyfikacja produkcji mleka są możliwe dzięki wysokiemu stopniowi mecha-

nizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych, jak również zwiększeniu wydajności pracy [Semkiv i in. 2019]. Jednym z największych postępów technologicznych w systemach produkcji mleka jest rozwój robotyki w automatycznych systemach doju (ang. *automatic milking system*, AMS). Systemy te zautomatyzowały proces doju, który jest najbardziej pracochłonną i czasochłonną czynnością przy produkcji mleka. Robot udojowy (AMS) oraz zautomatyzowana hala udojowa (ang. *automatic milking rotary*, AMR) reprezentują najbardziej zaawansowane technologie, wykorzystywane współcześnie w pozyskiwaniu mleka. W Polsce pierwszy robot został oddany do użytku w 2008 r. Obecnie w kraju funkcjonuje kilkaset takich urządzeń, a na świecie ponad 30 tys. [Gołębiowski 2020]. Sitkowska i in. [2016] wykazali, że wprowadzenie robotów udojowych bez zmiany warunków utrzymania krów nie przyczyniło się ani do poprawy wydajności, ani jakości higienicznej mleka. Zaobserwowano, że nowy system doju spowodował wręcz pogorszenie parametrów mleka, co mogło wiązać się z nieodpowiednimi warunkami utrzymania. Stwierdzono, że po wprowadzeniu robotów udojowych obniżyła się wydajność krów, a jakość mleka uległa pogorszeniu. Dopiero po zmodernizowaniu obory i wprowadzeniu nowych rozwiązań technicznych, m.in. zmiana systemu mycia robota udojowego, parametry mleka znacznie się poprawiły.

Producenci mleka sięgają po innowacyjne rozwiązania nie tylko w celu ułatwienia pracy, ale zwracają również uwagę na możliwości poprawy dobrostanu krów. Rolnicy, chcąc zapewnić zwierzętom jak największy komfort, coraz częściej wyposażają obory w maty wykonane z różnych materiałów. Maty dobrej jakości powinny spełniać wiele wymagań: zbyt miękki materiał ściółkowy może się szybko zniszczyć, jak również zatrzymywać wilgoć pod ciałem krowy podczas leżenia. Z kolei zbyt twarda ściółka może być niewygodna i śliska dla zwierzęcia. Podłoże musi być wystarczająco bezpieczne i trwałe, ale nie może powodować ścierania racic. Najpowszechniej stosowane materiały ściółkowe w hodowli bydła mlecznego można podzielić na dwie główne grupy: organiczne (słoma, trociny, wióry drewna, separat) i nieorganiczne (piasek, maty gumowe i materace) [Dimov i Marinov 2021]. Nowością w Polsce są łóżka wodne wykonane z tworzywa wypełnionego wodą. Dzięki płynnemu wypełnieniu takie łóżko dostosowuje się do kształtu ciała krowy. Zwierzęta mogą wygodnie odpoczywać i nie są narażone na uciski. Coraz popularniejsze stają się również materace słomianowapienne. Składają się ze słomy oraz nawilgoczonego kwaśnego wapna magnezowego. Ich zaletą jest zapewnienie wysokiej higieny legowiska ze względu na $\text{pH} > 10$. Taki odczyn uniemożliwia rozwój większości niepożądanych patogenów.

PRZETWÓRSTWO

Przez setki lat na polskich wsiach produkowano sery domowe, ponieważ stanowiły łatwo dostępne, wartościowy produkt żywnościowy. Wytwarzano także masło,

zsiadłe mleko czy śmietanę. Polskie produkty mleczne wyróżniają się zatem tradycją wytwarzania i wysoką jakością. W wielu miejscach wciąż są produkowane w oparciu o tradycyjne receptury, co jest ich dużym atutem. Na ministerialną listę produktów tradycyjnych w kategorii „Sery i inne produkty mleczne” [MRiRW 2022] jest obecnie wpisanych 125 wyrobów. Spośród tych produktów tylko cztery wytwarzane są z mleka ras zachowawczych, są to twaróg sudecki – rasa polska czerwona (woj. dolnośląskie), ser narwiański – rasa polska czerwona (woj. podlaskie) oraz twaróg wiejski z Jasienicy Rosielnej – rasa polska czerwona i simentalska, ser krowi dojrzewający Wólczan – również rasa polska czerwona i simentalska (woj. podkarpackie). Dodatkowo na listę wpisane jest mleko od krów rasy polskiej czerwonej (woj. małopolskie). Natomiast na liście prowadzonej przez Komisję Europejską obecnie znajduje się 219 produktów zarejestrowanych w kategorii „sery” z oznaczeniem Chronionej Nazwy Pochodzenia (ChNP), z tego trzy to sery z Polski (oscypek, redykołka i bryndza podhalańska) [EC 2022]. Ponadto na listę wpisane są 62 sery z oznaczeniem Chronione Oznaczenie Geograficzne (ChOG), spośród których dwa są polskie (ser koryciński swojski oraz wielkopolski ser smażony). Tradycja jest zatem nadal ceniona i kultywowana z pokolenia na pokolenie, szczególnie w małych mleczarniach lokalnych i gospodarstwach zajmujących się rzemieślniczą produkcją. W lokalnych mleczarniach, wytwarzających wyroby tradycyjne, pomimo większego zaawansowania technologicznego, proces produkcji odbywa się według tradycyjnych receptur. Dzięki temu można cieszyć się wyjątkowym smakiem produktów mleczarskich. Jest to także wymóg, aby produkty zostały wpisane i utrzymane na liście produktów tradycyjnych.

Jednak w przemyśle spożywczym, w tym w mleczarstwie, wprowadzanie innowacji jest nieodłącznym elementem rozwoju zakładu i dostosowywania się do potrzeb wymagających konsumentów. Nowoczesne technologie dają możliwość dokładniejszego kontrolowania całego procesu produkcji, przez co pozwalają uzyskać lepszą jakość. Wysoka jakość, w tym wartość odżywcza, uznawana jest obecnie za standard. Warto nadmienić, że cały czas procesy są doskonałe. Przykładowo w produkcji mleka spożywczego na początku XXI w. zaczęto stosować technologię ESL (ang. *extended shelf life*), umożliwiającą dostarczanie na rynek produktów o wydłużonym okresie przydatności do spożycia. Mleko o przedłużonej trwałości jest poddawane pasteryzacji i mikrofiltracji, co pozwala na zachowanie wartości odżywczych i smakowych zbliżonych do tradycyjnego mleka świeżego. Mleko ESL, podobnie jak mleko pasteryzowane, wymaga dystrybucji w łańcuchu chłodniczym. Jednak zastosowanie odpowiedniego procesu technologicznego i higienicznego pakowania umożliwiło wydłużenie terminu przydatności do spożycia z około 7–10 do 21–28 dni [Górska 2011, Brodziak i in. 2017a, b].

W mleczarstwie w ostatnich latach coraz więcej uwagi poświęca się m.in. na obniżanie zawartości substancji dodatkowych, ale także cukru i soli. W przemysłowej produkcji artykułów mlecznych w dużym zakresie wykorzystuje się substancje dodatkowe. Ich stosowanie jest związane nie tylko z korzyściami ekonomicznymi czy

technologicznymi, ale także z poprawą cech jakościowych produktów. Spośród dozwolonych substancji słodzących stosowanych w produkcji przetworów mlecznych i lodów należy wymienić: acesulfam K, aspartam, sól aspartamu i acesulfamu, kwas cyklaminowy i jego sole (sodową i wapniową), neohesperydynę DC, neotam, sacharynę i jej sole (sodową, potasową i wapniową), sukralozę, taumatynę i glikozydy steviolowe. W produkcji artykułów mlecznych najczęściej stosowane są barwniki naturalne, tj. beta-karoten, annato, antocyjany oraz koszenila. Jednak z uwagi na zmieniające się trendy, w ostatnich latach wielu producentów wyrobów mlecznych nie stosuje barwników będących substancjami dodatkowymi, określoną barwę produktu osiągają naturalnie, tj. stosując koncentraty z różnych soków (w zależności od pożądanej barwy), np. z buraków czerwonych, porzeczki czy marchwi. W mleku fermentowanym, lodach spożywczych i serkach topionych ważną rolę odgrywają systemy stabilizujące. Nadają bowiem wrażenie estetyki produktu – gładką, pożądaną teksturę (głównie desery mleczne, jogurty), dobre kremowe odczucie w ustach (lody, sorbety, szербety), zapobiegają rozwarstwianiu skrzepu i jego synerezie (głównie jogurty), poprawiają uwalnianie smaku, ale też zmniejszają topliwosć lodów. Przykładem najpopularniejszej, a jednocześnie naturalnej substancji stabilizującej w mleczarstwie jest skrobia modyfikowana. Do innych naturalnych stabilizatorów należą: karagen, mączka chleba świętojańskiego czy guma guar. Substancje konserwujące są stosowane w produktach mlecznych jedynie w serach dojrzewających, tj. kwas sorbowy i jego sole: sodowa, potasowa i wapniowa, a także lizozym [Rozporządzenie nr 1129/2011, Waszkiewicz-Robak 2012, Król i Brodziak 2014, Zaręba i Ziarno 2014].

W celu ograniczania stosowania cukru w wielu produktach mlecznych – głównie jogurtach i deserach – jest on zastępowany tańszym odpowiednikiem, czyli syropem glukozowo-fruktozowym. Syrop pełni w produktach mlecznych funkcje technologiczne, tj. stanowi składnik fermentujący w jogurtach, wykorzystywany jest jako słodzik w napojach mlecznych, a w lodach, w połączeniu z sacharozą, może zrównoważyć temperaturę zamarzania, co umożliwia kontrolę rekrytalizacji lodów podczas przechowywania [Khorshidian i in. 2021]. Niestety jest wiele doniesień, które wskazują na niekorzystne oddziaływanie syropu na zdrowie [Sadowska i Rygielska 2014, Khorshidian i in. 2021]. W związku z tym coraz więcej konsumentów szuka produktów bez cukru i jego odpowiednika. Rośnie zainteresowanie produktami mniej słodkimi lub wytrawnymi oraz produkowanymi z dodatkiem innych naturalnych substancji słodzących o mniejszej kaloryczności, np. ksylitolu, stewii [Czernecki i in. 2014].

W przypadku produktów mlecznych ważną kwestię stanowi nie tylko ograniczanie dodatku cukru w postaci sacharozy, ale także ograniczanie lub eliminacja zawartości naturalnego cukru mlecznego, czyli laktozy. Część konsumentów bowiem nie toleruje laktozy, czyli ma problem z jej trawieniem z powodu niedoboru lub braku laktazy. Z tego względu innowacją w mleczarstwie stały się produkty bezlak-

tozowe. Rynek produktów bezlaktozowych jest najszybciej rozwijającym się segmentem w branży mleczarskiej, o czym świadczy rosnąca liczba wprowadzanych na rynek nowych produktów [Komorowska i in. 2018, Świątek i in. 2018]. W Polsce 37% wszystkich dorosłych mieszkańców nie toleruje laktozy, a w Europie ten wskaźnik waha się od kilku do ponad 50% [EDA 2017]. Zuba-Ciszewska i in. [2022] przeprowadzili badania z zakresu znajomości produktów bezlaktozowych przez Polaków. Wykazali, że prawie 71% wszystkich respondentów znało przynajmniej jeden produkt bez laktozy (a średnio dwa), nawet jeśli 36% z tej grupy nie podało definicji produktu bezlaktozowego.

Kolejnym kontrowersyjnym dodatkiem jest sól, która dawniej była stosowana nie tylko jako przyprawa, ale przede wszystkim jako naturalny konserwant żywności. Niestety nadmiar soli sprzyja rozwojowi licznych chorób. W wielu krajach, w tym w Polsce, prowadzi się akcje edukacyjne rekomendujące redukcję ilości soli w diecie [Kapczuk i in. 2020], dlatego producenci wyrobów mlecznych ograniczają ten dodatek do serów w stopniu możliwym technologicznie.

Dużą uwagę zwraca się na białko, które w produktach mlecznych występuje w postaci dwóch frakcji, tj. kazeiny i białek serwatkowych. Białko przestało być rekomendowane jedynie sportowcom i osobom intensywnie uprawiającym sport. Producenci wyrobów mlecznych coraz częściej mają w swojej ofercie „produkty wysokobiałkowe”. Z technologicznego punktu widzenia, zawartość białka w finalnym produkcie spożywczym może być podkreślana w formie oświadczenia żywieniowego na etykiecie. Zgodnie z Rozporządzeniem nr 1924/2006, dla białka możliwe są następujące oświadczenia żywieniowe: „źródło białka” – oświadczenie, że środek spożywczy jest źródłem białka, może być stosowane, gdy przynajmniej 12% wartości energetycznej środka spożywczego pochodzi z białka, oraz „wysoka zawartość białka” – oświadczenie, że środek spożywczy ma wysoką zawartość białka, może być stosowane, gdy przynajmniej 20% wartości energetycznej środka spożywczego pochodzi z białka. W odniesieniu do białka można powiedzieć, że mleczarstwo zostało zrewolucjonizowane przez zastosowanie różnych technologii przetwarzania serwatki, traktowanej dawniej jako kłopotliwy odpad z przemysłu mleczarskiego. Technologie te (frakcjonowanie, delaktozowanie-nanofiltracja, demineralizacja-wymiana jonowa, wydzielanie składników, zateżnienie przez odparowanie czy suszenie) polegają na odzysku poszczególnych składników z serwatki lub na oczyszczaniu jej z wybranych składników, niepożądanych w dalszych etapach. Frakcjonowanie serwatki przeprowadza się, wykorzystując techniki membranowe, które umożliwiają rozdzielenie składników serwatki o różnych masach cząsteczkowych. Zależnie od gęstości membrany wyróżnia się: odwróconą osmozę (RO), czyli jednocześnie odwodnienie i demineralizację serwatki, nanofiltrację (NF) wykorzystywaną do oddzielania laktozy, ultrafiltrację (UF) pozwalającą na oddzielenie białka oraz zateżnienie białek serwatkowych i uzyskanie produktów o różnej ich zawartości czy zróżnicowanym udziale pozostałych składników i mikrofiltrację (MF) umożliwiającą od-

dzielanie tłuszczu i bakterii. W wyniku mikro- i ultrafiltracji powstają preparaty białek serwatkowych, tj. koncentraty (ang. *whey protein concentrate*, WPC) czy izolaty (ang. *whey protein isolate*, WPI). Obecnie możliwe jest wytworzenie szerokiej gamy preparatów na bazie białek serwatkowych, które wykazują wiele właściwości prozdrowotnych, i zastosowanie ich w przemyśle spożywczym, kosmetycznym czy farmaceutycznym, a nawet w rolnictwie [Król i in. 2014, Stobiecka i in. 2018, Wawryniuk i in. 2019].

Cechą charakterystyczną produktów mlecznych są ich wyjątkowe właściwości sensoryczne. Lekko kwaśny smak i przyjemny, delikatny zapach w przypadku jogurtów czy serów kwasowych to doskonały materiał wyjściowy do tworzenia nowych produktów i ulepszania już istniejących na rynku mleczarskim. Na sklepowych półkach można znaleźć szeroką gamę fermentowanych produktów mlecznych, deserów mlecznych czy serów. W ostatnich latach świadomość konieczności dbania o zdrowie wpłynęła na zmianę trendów w produkcji i wzrost zapotrzebowania nie tylko na naturalne przetwory mleczne, ale także wzbogacane dodatkami roślinnymi, które są cennym źródłem prozdrowotnych składników. Producenci, chcąc urozmaicić swoją ofertę handlową, coraz częściej wzbogacają jogurty czy sery różnymi dodatkami, od wsadów owocowo-warzywnych, suszonych owoców, ziół czy zbóż, po orzechy i kwiaty [Muniandy i in. 2016, Yildiz i Ozcan 2018, Hussein i in. 2020, Farag i in. 2021]. Stosowany jest także dodatek wyizolowanych białek czy peptydów. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów dedykowanych, np. w zależności od aktywności fizycznej (sportowcom, osobom aktywnym fizycznie), wieku (dzieciom, osobom w wieku podeszłym), stanu zdrowia (osobom chorym lub w trakcie rekonwalescencji) czy płci (mężczyznom, kobietom).

Coraz bardziej świadomi konsumenci poszukują zdrowej żywności, która przykładowo nie zawiera substancji dodatkowych lub ich ilość jest ograniczona. Odpowiedzią na takie oczekiwania jest żywność ekologiczna, wśród której coraz większy udział ma mleko ekologiczne i inne wyroby na jego bazie – głównie sery, masło i jogurty. Ekologiczna produkcja mleka surowego jest nieodzownie związana z wypasaniem krów na pastwiskach, natomiast zimą zwierzęta mają umożliwiony ruch na świeżym powietrzu. Chów bydła mlecznego opiera się na zapewnieniu zwierzętom dobrostanu. Gospodarstwo ekologiczne musi zachować równowagę paszowo-nawozową. W hodowli niedozwolone jest stosowanie hormonów czy antybiotyków. Przetwórstwo mleka ekologicznego musi być w czasie lub przestrzennie oddzielone od konwencjonalnego. Z uwagi na specyficzny charakter produkcji tej żywności, stosowanie substancji dodatkowych podlega ścisłej kontroli. Najczęściej w przetwórstwie mleka ekologicznego zastosowanie znajdują substancje stabilizujące, regulatory kwasowości i przeciwutleniacze, przy czym ich lista jest bardzo ograniczona, w porównaniu z produkcją żywności konwencjonalnej. W ekożywności niedozwolone jest stosowanie substancji aromatycznych i barwników, aby zachować naturalność produktu [Rozporządzenie nr 2018/848]. Niestety, z tego względu produkty

ekologiczne cechują się krótszym terminem przydatności do spożycia i często odbierane są jako mniej atrakcyjne sensorycznie w zestawieniu z konwencjonalnymi, głównie sery. Potwierdziły to Brodziak i Król [2016], analizując skład mlecznych produktów ekologicznych dostępnych na rynku. Produkty ekologiczne zawierały zdecydowanie mniej substancji dodatkowych w porównaniu z konwencjonalnymi odpowiednikami. W żadnej z grup produktów mlecznych nie stwierdzono barwników i substancji konserwujących. Ograniczony jest również dodatek substancji stabilizujących, spośród których w produktach ekologicznych wykluczono stosowanie skrobi modyfikowanej, powszechnie stosowanej w produkcji żywności konwencjonalnej. W ekologicznych produktach mogą być stosowane wyłącznie dodatki do żywności pochodzenia naturalnego (z certyfikowanych upraw organicznych), poddane tylko procesom mechanicznym, fizycznym, biologicznym, enzymatycznym lub mikrobiologicznym. Brodziak i in. [2021] wskazali na większą zawartość substancji bioaktywnych, pozytywnie wpływających na zdrowie człowieka, w mleku ekologicznym w porównaniu do konwencjonalnego, co również przekłada się na wartość wyrobów mlecznych.

Oprócz nowoczesnych technologii przetwarzania mleka, coraz ważniejszą rolę odgrywają opakowania. Przed wprowadzeniem maszyn pakujących pakowaniem produktów mleczarskich zajmowali się ludzie, którzy ręcznie napełniali opakowania produktami, po czym również ręcznie zamykali opakowanie. Taki sposób pakowania stwarzał warunki do wystąpienia zagrożeń epidemiologicznych [Wyszkowska i Ankiewicz 2013]. Oprócz kwestii higienicznych, istotna jest wygoda trzymania/chwywania opakowania, przechowywania, dozowania i utylizacji. Obecnie zaobserwować można następujące trendy w rozwoju opakowań, tj. poszukiwanie alternatywnych źródeł materiałowych, szczególnie preferowane są materiały opakowaniowe z surowców odnawialnych, o korzystnych dla środowiska wskaźnikach śladu węglowego (*carbon footprint*), czy wytwarzanie opakowań z materiałów biodegradowalnych, spełniających kryteria kompostowalności. Podstawą wykorzystywanych obecnie technologii opakowaniowych jest zastosowanie technologii aseptycznej, umożliwiającej przedłużenie trwałości wyrobów. W nowoczesnych zakładach mleczarskich funkcjonują linie pakujące, natomiast w przypadku mniejszych, lokalnych zakładów czy produkcji rzemieślniczej pakowanie odbywa się tradycyjnie, czym niektóre zakłady się szczycą. W przyszłości zapewne pojawią się na szeroką skalę tzw. opakowania funkcjonalne. Opakowania aktywne mają zapobiegać niekorzystnym zmianom jakości żywności lub nawet wpływać na poprawę jakości i przedłużanie czasu przechowywania. Z kolei opakowania inteligentne mają dostarczać użytkownikowi informacji o produkcie, jego stanie jakościowym i bezpieczeństwie oraz o zmianach lub nawet nieprawidłowościach występujących w trakcie przechowywania i dystrybucji żywności, bez potrzeby otwarcia samego opakowania. Oprócz jakości wyrobu, opakowania pełnią więc kluczową funkcję w mleczarstwie, również w aspekcie uatrakcyjnienia wyrobu [Nowacka i Kurowska 2018, Tuma i Dmytrów 2018].

Podsumowując, w produkcji i przetwórstwie mleka tradycja współistnieje z nowoczesnością. Dawniej zwierzęta utrzymywano w systemie tradycyjnym, żywiąc je zieloną pastwiskową latem, a zimą sianem. Jednak od dwudziestu lat w Polsce zauważalna jest intensyfikacja produkcji mleka. Coraz częściej na etapie produkcji surowca wprowadza się modyfikacje żywieniowe, ukierunkowane na zwiększenie wydajności czy poprawę jakości mleka, dobrostanu lub zdrowotności zwierząt. Natomiast w przetwórstwie, w celu zwiększenia chociażby skali produkcji czy różnorodności asortymentu, postęp technologiczny wymusza stosowanie nowoczesnych rozwiązań, np. w pakowaniu wyrobów. Jest jednak miejsce na rynku dla mleczarni, które stawiają na tradycję i certyfikują w tym kierunku swoje wyroby. Współcześni konsumenci chętnie sięgają nie tylko po szeroką gamę nowych wyrobów mlecznych, ale także po produkty autentyczne, tradycyjne, wytwarzane lokalnie. W mleczarstwie możliwy jest zatem kompromis pomiędzy zastosowaniem nowoczesnych technologii a zachowaniem unikatowych cech wyrobów tradycyjnych kształtowanych przez pokolenia.

PIŚMIENNICTWO

- Barłowska J., Chabuz W., Król J., Sz wajkowska M., Litwińczuk Z., 2012. Wartość odżywcza i przydatność technologiczna mleka produkowanego w systemie intensywnym i tradycyjnym w trzech rejonach wschodniej Polski. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 4 (83), 122–135.
- Brodziak A., Król J., 2016. Substancje dodatkowe w produktach ekologicznych. *Przem. Spoż.* 70 (12), 20–25, <https://doi.org/10.15199/65.2016.12.5>
- Brodziak A., Król J., 2017. Naturalne substancje pochodzenia roślinnego negatywnie oddziałujące na zdrowie krów oraz jakość mleka. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 24 (1), 33–47, <https://doi.org/10.15193/zntj/2017/110/171>
- Brodziak A., Król J., Litwińczuk Z., Zaborska A., Czernecki T., 2017a. Effect of storage time under home refrigeration conditions on the quality of opened drinking milk. *Mljekarstvo* 67 (4), 283–296, <https://doi.org/10.15567/mljekarstvo.2017.0406>
- Brodziak A., Król J., Litwińczuk Z., Nowakowicz-Dębek B., Czernecki T., 2017b. Wpływ zachowania łańcucha chłodniczego na wartość odżywczą mleka spożywczego, w tym zawartość składników bioaktywnych. *Przem. Chem.* 96 (6), 1378–1380, <https://doi.org/10.15199/62.2017.6.33>
- Brodziak A., Król J., Litwińczuk Z., Barłowska J., 2018. Differences in bioactive protein and vitamin status of milk from certified organic and conventional farms. *Int. J. Dairy Technol.* 71(2), 321–332, <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12462>
- Brodziak A., Król J., Barłowska J., Litwińczuk Z., Teter A., Kędzierska-Matysek M., 2020. Differences in bioactive protein and vitamin status of milk obtained from Polish local breeds of cows. *Ann. Anim. Sci.* 20 (1), 287–298, <https://doi.org/10.2478/aoas-2019-0069>

- Brodziak A., Wajs J., Zuba-Ciszewska M., Król J., Stobiecka M., Jańczuk A. 2021. Organic versus conventional cow milk – raw material for processing. *Animals* 11 (10), 2760, <https://doi.org/10.3390/ani11102760>
- Czernecki T., Brodziak A., Stój A., 2014. Prozdrowotne właściwości stewii (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Przem. Spoż.* 68 (9), 41–43.
- Dimov D., Marinov I., 2021. Factors determining the choice of bedding for freestall housing system in dairy cows farming – A review. *J. Cent. Eur. Agric.* 22 (1), 1–13, <https://doi.org/10.5513/JCEA01/22.1.2778>
- Duarte-Vázquez M., García-Ugalde C., Villegas-Gutiérrez L., García-Almendárez B., Rosado J., 2017. Production of cow's milk free from beta-casein A1 and its application in the manufacturing of specialized foods for early infant nutrition. *Foods* 6 (50), <https://doi.org/10.3390/foods6070050>
- EC, 2022. eAmbrosia, the EU geographical indications register, <https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/food-safety-and-quality/certification/quality-labels/geographical-indications-register/>
- EDA, 2017. Questions & Answers on Lactose Intolerance, http://eda.euromilk.org/fileadmin/user_upload/Public_Documents/Nutrition_Factsheets/2017_08_30_EDA_Lactose_intolerance_final.pdf
- El-Sayed S.M., Youssef A.M., 2019. Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. *Heliyon* 5, e01989, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01989>
- Farag M.A., Saleh H.A., El Ahmady S., Elmassry M.M., 2021. Dissecting yogurt: The impact of milk types, probiotics, and selected additives on yogurt quality. *Food Rev. Int.*, <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1877301>
- Gołębiowski M., 2020. Nowatorskie rozwiązania w produkcji mleka. *Podlaski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Szepietowie*.
- Górska J., 2011. Mleko ESL: ESL wychodzi z cienia. *Forum Mleczarskie Handel* 5 (48).
- Hennessy D., Delaby L., van den Pol-van Dasselaar A., Shalloo L., 2020. Increasing grazing in dairy cow milk production systems in Europe. *Sustainability* 12 (6), 2443, <https://doi.org/10.3390/su12062443>
- Hussein H., Awad S., El-Sayed I., Ibrahim A., 2020. Impact of chickpea as prebiotic, antioxidant and thickener agent of stirred bio-yoghurt. *Ann. Agric. Sci.* 65 (1), 49–58, <https://doi.org/10.1016/j.aos.2020.03.001>
- Kapczuk P., Komorniak N., Rogulska K., Bosiacki M., Chlubek D., 2020. Żywność wysokoprzetworzona i jej wpływ na zdrowie dzieci i osób dorosłych. *Post. Bioch.* 66 (1), 23–29.
- Kaskous S., 2020. A1- and A2-milk and their effect on human health. *J. Food Eng. Technol.* 9, 15–21, <https://doi.org/10.32732/jfet.2020.9.1.15>
- Khorshidian N., Shadnoush M., Zabihzadeh Khajavi M., Sohrabvandi S., Yousefi M., Mortazavian A.M., 2021. Fructose and high fructose corn syrup: are they a two-edged sword? *Int J Food Sci Nutr.* 72 (5), 592–614, <https://doi.org/10.1080/09637486.2020.1862068>
- Komorowska S., Ziarno M., Walencik N., Ciesluk K., 2018. Analiza rynku produktów mlecznych o obniżonej zawartości laktozy i bezlaktozowych. *Żyw. Człow.* 45 (1), 16–24.
- KOWR, Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa, 2021. Rynek mleka w Polsce.

- Kraszewski J., Wawrzyński M., Radecki P., 2008. Wpływ dodawania ziół do paszy dla krów na zdrowotność wymion i obraz cytologiczno-mikrobiologiczny mleka. *Wiad. Zoot.* 3, 3–7.
- Król J., Brodziak A., 2014. Substancje dodatkowe w produktach mlecznych. *Przem. Spoż.* 68 (11), 7–11.
- Król J., Brodziak A., Litwińczuk Z. 2017. W: H. Pawlak, B. Nowakowicz-Dębek (red.), *Ergonomia, bezpieczeństwo i higiena pracy w praktyce*, t. 2, Towarzystwo Wydawnictw Naukowych Libropolis, Lublin, s. 71–85.
- Król J., Brodziak A., Zaborska A., 2014. Białka serwatkowe jako naturalne surowce w przemyśle kosmetycznym. *Pol. J. Cosmetol.* 17 (2), 96–102.
- Kuczyńska B., Puppel K., Madras-Majewska B., Łukasiewicz M., Bochenek A., 2018. Zastosowanie fitobiotyków w profilaktyce i leczeniu krów z subklinicznym stanem *masitis* w warunkach produkcji ekologicznej. *Prz. Hod.* 6, 14–18.
- Kumar S., Dahiya S.P., Kumar S., Magotra A., 2017. Type of milk (A1/A2) and human health attributes: A review. *Ind. J. Health Well-being* 8 (10), 1268–1270.
- Litwińczuk Z., Grodzki H., 2014. Stan hodowli i chowu bydła w Polsce oraz czynniki warunkujące rozwój tego sektora. *Prz. Hod.* 6, 1–5.
- MRiRW, 2022. Lista produktów tradycyjnych, <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/lista-produktow-tradycyjnych12> [dostęp: 12.06.2022 r.].
- Muniandy P., Shori A.B., Baba A.S., 2016. Influence of green, white and black tea addition on the antioxidant activity of probiotic yogurt during refrigerated storage. *Food Packag. Shelf Life* 8, 1–8, <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.02.002>
- Nowacka M., Kurowska J., 2018. Opakowania w branży mleczarskiej. *Przegl. Mlecz.* 10, 16–21.
- Odhaib K.J., Al-Hajjar Q.N., Alallawee M.H.A., 2021. Incorporation of herbal plants in the diet of ruminants: Effect on meat quality. *Iraqi J. Vet. Med.* 45, 22–30, <https://doi.org/10.30539/ijvm>
- Radkowska I., Szewczyk A., Karpowicz A., 2018. Pastwiska w hodowli bydła mlecznego i produkcji mleka o podwyższonych walorach prozdrowotnych. *Wiad. Zoot.* 3, 58–65.
- Rozporządzenie (WE) nr 1924/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 2006 r. w sprawie oświadczeń żywieniowych i zdrowotnych dotyczących żywności, *Dz.U. L* 404 z dnia 30.12.2006.
- Rozporządzenie Komisji (UE) nr 1129/2011 z dnia 11 listopada 2011 r. zmieniające załącznik II do rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008, *Dz.U. L* 295 z dnia 12.11.2011.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/848 z dnia 30 maja 2018 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007, *Dz.U. L* 150 z dnia 14.06.2018.
- Sadowska J., Rygielska M., 2014. Technologiczne i zdrowotne aspekty stosowania syropu wysokofruktozowego do produkcji żywności. *Żywn. Nauka Technol. Jakość.* 21 (3), 4–26, <https://doi.org/10.15193/zntj/2014/94/014-026>
- Semkiv L.P., Semkiv M.V., Grishakina N.I., Stanevich S.V., 2019. Innovation in dairy production as the basis of effective management. *EpSBS*, <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.12.0554>

- Sitkowska B., Piwczyński D., Aerts J., 2016. Właściwe warunki utrzymania po wprowadzeniu roboty udojowego gwarancją poprawy parametrów mleka. *Wiad. Zoot.* 4, 8–19.
- Stobiecka M., Król J., Brodziak A., Topyła B., 2018. Sposoby zagospodarowania serwatki – produktu ubocznego w przemyśle mleczarskim. W: B. Nowakowicz-Dębek, W. Chabuz (red.), *Biogospodarka i środowisko*, Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, s. 19–25.
- Stobiecka M., Król J., Brodziak A., 2022. Antioxidant activity of milk and dairy products. *Animals* 12 (3), 245, <https://doi.org/10.3390/ani12030245>
- Świątek M., Bednarski W., Śliwiński M., 2018. Żywnościowe i technologiczne uwarunkowania zmniejszania zawartości laktozy w mleku i produktach mlecznych. *Przem. Spoż.* 72 (10), 26–29.
- Teter A., Barłowska J., Florek M., Kędzierska-Matysek M., Król J., Brodziak A., Litwińczuk Z., 2019. Coagulation capacity of milk of local Polish and Holstein-Friesian cattle breeds. *Anim. Sci. Pap.* 37 (3), 259–268.
- Teter A., Kędzierska-Matysek M., Barłowska J., Król J., Brodziak A., Florek M., 2021. The effect of humic mineral substances from oxyhumolite on the coagulation properties and mineral content of the milk of Holstein-Friesian cows. *Animals* 11, 1970, <https://doi.org/10.3390/ani11071970>
- Tuma P., Dmytrów I., 2018. Nowoczesne opakowania żywności – zastosowanie w przetwórstwie mleka. *Inż. Przetw. Spoż.* 1 (25), 21–25.
- Ulewicz-Magulska B., Wesołowski M., 2019. Total phenolic contents and antioxidant potential of herbs used for medical and culinary purposes. *Plant Foods Hum. Nutr.* 74, 61–67, <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0699-5>
- Waszkiewicz-Robak B., 2012. Dodatki stosowane w mlecznych napojach fermentowanych. *Przem. Ferment. Owoc.-Warz.* 2, 4–6.
- Wawryniuk A., Król J., Brodziak A., Barłowska J. 2019. Charakterystyka serwatki oraz sposoby jej wykorzystania w różnych sektorach przemysłu. W: M. Kluz, P. Hanus (red.), *Człowiek – żywność – środowisko*, t. 1, Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów, s. 143–153.
- Wyszkowska Z., Ankiewicz T., 2013. Trendy w rozwoju opakowań produktów mleczarskich. *Inż. Ap. Chem.* 52 (2), 95–97.
- Yildiz E., Ozcan T., 2018. Functional and textural properties of vegetable-fibre enriched yoghurt. *Int. J. Dairy Technol.* 72 (2), 199–207, <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12566>
- Zaręba D., Ziarno M., 2014. Dodatki: znaczenie stabilizatorów w produkcji mleczarskiej. *Cz. 1. Forum Mleczarskie Biznes* 2, 26–28.
- Zuba-Ciszewska M., Brodziak A., Manning L., Kijek T., 2022. Lactose-free products: A study of young Polish consumers' knowledge and purchase behaviour. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 44 (93), 619–626.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019–2023, nr projektu 029/RID/2018/19, kwota finansowania 11 927 330,00 zł.

ROZDZIAŁ 5

JAKOŚĆ I POCHODZENIE JAJ W ASPEKcie PREFERENCJI KONSUMENTÓW

WPROWADZENIE

Współcześni konsumenci surowców drobiarskich stają się coraz bardziej wymagający pod względem produktów żywnościowych, zmieniają się także ich preferencje. Coraz częściej są zainteresowani kontrolą i transparentnością drogi surowców „od pola do stołu” i są w stanie zapłacić więcej za te, które w ich mniemaniu mają lepszą jakość. Zauważyć można chęć „powrotu do natury”, czyli do możliwie najbardziej zbliżonych do naturalnych sposobów pozyskiwania żywności. Zjawisko powrotu do ekstensywnych systemów utrzymania drobiu wpisuje się w ideę Slow Food, mówiącą o produkcji opartej na produktach smacznych i wyjątkowych organoleptycznie, produkowanych naturalnie i etycznie w limitowanej ilości przez niewielkie przetwórnictwo i gospodarstwa rolne [Gąsiorowski 2010]. Konsumenci, wybierając surowce drobiarskie z ekstensywnych systemów chowu ptaków, w zależności od swojego zaangażowania i możliwości finansowych, wskazują na lepszy dobrostan ptaków w chowie ekstensywnym oraz towarzyszący ich preferencjom „ekologiczny” styl życia. Z drugiej strony zawsze jest grupa konsumentów, którzy domagają się surowców z takich systemów ze względu na chwilową modę, przy jednoczesnym braku szczegółowej wiedzy i możliwości rozróżnienia surowców ze względu na ich pochodzenie. Wydaje się jednak, że trend powrotu do bardziej ekstensywnych form chowu drobiu utrzyma się, ze względu na ochronę środowiska naturalnego i dobrostanu ptaków, niemniej konieczna jest dogłębna edukacja potencjalnych konsumentów, ale i producentów, oraz szerzenie wiedzy, w tym także praktycznej, z tego zakresu [Batkowska i in. 2017].

¹ Instytut Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, karolina.wengerska@up.lublin.pl

Celem pracy było przybliżenie preferencji konsumentów surowców drobiarskich, szczególnie jaj konsumpcyjnych, a także czynników, które modyfikując pewne cechy surowca jajczarskiego, pozwolą na jego dostosowanie do potrzeb konsumentów.

CZYNNIKI DETERMINUJĄCE JAKOŚĆ JAJ W ASPEKcie PREFERENCJI KONSUMENTÓW

Niejednokrotnie w opinii konsumentów pojawiają się stwierdzenia, że dana rasa kur niesie najlepsze jaja albo że najlepsze jaja są z danego systemu chowu. Takie podejście wskazuje najczęściej na jeden aspekt produkcji drobiarskiej, eliminując wiele czynników, które faktycznie mogą determinować jakość surowca jajczarskiego, od genetycznych, poprzez żywieniowe, środowiskowe do kompleksowych systemów utrzymania ptaków. Niestety nie można jednoznacznie wydzielić poszczególnych czynników i traktować ich indywidualnie, gdyż wchodzą ze sobą w ścisłą interakcję.

Konsumentom mają świadomość zróżnicowanej produkcyjności różnych ras kur i przeświadczenia odnośnie do jakości pozyskiwanych jaj. Zdecydowanie wyżej cenią te, pochodzące od ras rodzimych, np. zielononóżki kuropatwianej (Zk), niż od mieszańców wysoko produkcyjnych, zwłaszcza wtedy, kiedy Zk utrzymywana jest ekstensywnie. Przy wyborze ras lub mieszańców kur nieśnych należy przeanalizować ich zdolność adaptacji do danych warunków środowiskowych, odporność na choroby, efektywność wykorzystania lokalnej bazy paszowej etc. W te wymagania w polskich warunkach rzeczywiście najlepiej wpisuje się zielononóżka kuropatwiana, której jajom przypisuje się wyjątkowe właściwości odżywcze i funkcjonalne [Biesiada-Drzazga i in. 2016]. Stwierdzono wąski stosunek kwasów tłuszczowych grupy n-6 do n-3 w żółtkach jaj [Krawczyk i Sokołowicz 2015], jednak tak istotny dla konsumentów poziom cholesterolu w żółtkach jaj od kur Zk i mieszańców komercyjnych (Hy-Line Brown) utrzymywanych w gospodarstwach ekologicznych jest zbliżony [Sokołowicz i in. 2019]. Przeczy to obiegowej opinii, że zielononóżki znoszą jaja o obniżonej zawartości cholesterolu, a mimo to, w porównaniu z innymi jajami, ich cena jest 3–4 razy wyższa. Bardzo korzystnie dla zielononózek wypada jednak ich porównanie do innych ras zachowawczych (żółtonóżka kuropatwiana, rhode island red, rhode island white, sussex, leghorn) pod względem zawartości i aktywności lizozymu w białku [Lewko i in. 2021] czy składu mineralnego [Szablewski i in. 2013].

Genotyp ptaków nieśnych przede wszystkim przekłada się na barwę skorupy jaj [Roberts 2004]. To właśnie barwa i czystość skorupy są istotne dla konsumentów przy zakupie jaj. W Polsce zdecydowana większość konsumentów wybiera jaja o ciemnej barwie skorupy, często błędnie kojarząc kolor skorupy z jakością jaj oraz barwą żółtka [Biesiada-Drzazga i Janocha 2009]. Zdecydowana większość oferowanych na polskim rynku jaj stanowią te o ciemnym zabarwieniu skorupy [Trziszka

i in. 2006]. We Włoszech i Portugalii, podobnie jak w naszym kraju, konsumenci wybierają jaja brązowe. Odmiennie w Niemczech czy Holandii, konsumenci wybierają jaja białe i brązowe ze zbliżoną częstością [Aygun 2014]. Mimo uwarunkowań genetycznych, na intensywność barwy skorupy mogą wpływać także wiek stada i jego zdrowotność [Solomon 1997, Aygun 2014]. Istnieje również możliwość niewielkiej modyfikacji barwy skorupy na drodze żywienia ptaków [Joseph i in. 1999, Park i in. 2009, Küçükyılmaz i in. 2012a, Ketta i Tůmová 2014], w tym także ze względu na stosowany system utrzymania ptaków.

Analizując dostępne piśmiennictwo, nie można jednoznacznie stwierdzić, jaki wpływ na jakość surowca jajczarskiego mają systemy chowu niosek. Może to wynikać między innymi z odmiennej reakcji ptaków o różnych genotypach na zastosowane warunki utrzymania, co pośrednio świadczy o ich przydatności do danego systemu [Batkowska i Brodacki 2017]. Przykładowo Hassan i in. [2012] wykazali istotne różnice w barwie skorupy w zależności od systemu utrzymania ptaków, przy czym najciemniejsze skorupy charakteryzowały jaja z chowu wybiegowego, odmiennie niż w pracy Samiullah i in. [2015], gdzie nieznacznie jaśniejszą barwę miały skorupy jaj z systemu wybiegowego niż od kur trzymanyh w klatkach.

Jak już wspomniano, system chowu niosek to ważna determinanta wyboru konsumenckiego. Dyrektywa Rady 1999/74/WE z dnia 19 lipca 1999 r., ustanawiająca minimalne normy ochrony kur niosek, zakłada podział na cztery systemy chowu niosek, tj. ekologiczny (0), wybiegowy (1), ściółkowy (2) oraz klatkowy (3). Funkcjonuje również nieco uproszczony podział na systemy konwencjonalne oraz organiczne [Minelli i in. 2007, Matt i in. 2009]. Konsumenci przy wyborze jaj kierują się takimi cechami jakościowymi, jak pochodzenie (genotyp, system chowu, rodzaj paszy stosowanej w żywieniu niosek), wygląd skorupy (barwa i czystość), jej wytrzymałość, świeżość (data przydatności), barwa żółtka, walory smakowe [Biesiada-Drzazga i Janocha 2009]. Wyniki wielu badań wskazują, że system chowu nie wpływa istotnie na zmianę masy jaj. Ferrante i in. [2009] zaobserwowali, że istotnie wyższą masę miały jaja z chowu organicznego w porównaniu do tych z chowu ściółkowego, zaś w pracy Lewko i Gornowicz [2011] więcej ważyły jaja z chowu klatkowego niż ściółkowego. Wykazano, że ekstensyfikacja warunków środowiskowych pozwala na zwiększenie masy jaja nawet o 9% [Castellini i in. 2006].

Cechą istotną dla konsumentów i ze względu na obrót handlowy jest wytrzymałość skorupy jaj na pęknięcie. Minelli i in. [2007] wskazują, że jaja od niosek utrzymywanych w klatkach charakteryzowały się istotnie bardziej wytrzymałą skorupą w porównaniu do tych pochodzących z systemu organicznego. Także Krawczyk i in. [2011] odnotowali, iż grubość skorupy oraz jej wytrzymałość są lepsze w systemie klatkowym niż wolnowybiegowym. Potwierdzają to obserwacje zróżnicowania ilości tłuszczek w systemach klatkowych, ściółkowych i wybiegowych [Mertens i in. 2006]. W pracy Lewko i Gornowicz [2011] wykazano, że jaja od kur z wolnych wybiegów charakteryzują najcięższe i jednocześnie najgrubsze skorupy, natomiast naj-

słabsze skorupy stwierdza się w jajach pochodzących z chowu ściółkowego. Większą masę skorup jaj z chowu wybiegowego stwierdzili także Radu-Rusu i in. [2012], jednak jaja z tego systemu wykazywały także większą częstotliwość występowania tłuczek świetlnych oraz zewnętrznych, a także wad skorupy. Dukić-Stojić i in. [2009] nie stwierdzili wpływu chowu (wybiegowy vs. klatkowy) na cechy skorup.

Wysokość części białkowej jaja (białka) jest istotnym wskaźnikiem jakości oraz wartości technologicznej jaj, w tym także w kontekście ich świeżości. Sokołowicz i in. [2018] stwierdzili, że system chowu nie ma wpływu na wysokość białka, ale wpływa na liczbę jednostek Haugha, obliczanych na podstawie masy jaja oraz wysokości białka gęstego. Według Samiullah i in. [2017] w jajach pochodzących od kur z chowu ściółkowego może ona być niższa niż w jajach pochodzących od niosek utrzymywanych w systemie wybiegowym. Z kolei Lordelo i in. [2017] nie odnotowali wpływu systemu chowu (ściółkowego vs. wybiegowego) na jakość białka. Wykorzystując cechy białka jako wskaźnika świeżości, najlepszą stabilność cech jakościowych podczas 28 dni przechowywania odnotowano dla jaj pozyskanych z systemu klatkowego, co może wskazywać na ich najlepszą przydatność do przechowywania [Batkowska i in. 2016].

Kolejne ważne z punktu widzenia konsumenta cechy jakościowe to udział żółtka w masie jaja, a także jego barwa. Küçükyilmaz i in. [2012b] stwierdzili, że jaja pochodzące od kur utrzymywanych ekologicznie mają wyższą procentową zawartość żółtka (27,29%) w porównaniu do jaj pochodzących od kur utrzymywanych w systemie klatkowym (26,73%). Intensywność wybarwienia kuli żółtkowej zależy bezpośrednio od zawartości barwników w paszy. Zasadnym w pewnym stopniu wydaje się stwierdzenie, że barwa żółtka może być ciemniejsza w jajach z chowu wybiegowego czy ekologicznego, gdzie ptaki mają dostęp do zielonek bogatych w barwniki roślinne. Należy jednak pamiętać, że na większą skalę odpowiednie wybarwienie żółtka uzyskuje się przez dodatek barwników syntetycznych [Spada i in. 2016]. Możliwość użytkowania wybiegów, otwarta przestrzeń, może skutkować narażeniem ptaków na działanie dodatkowych stresorów (hałas, drapieżniki), co wpływa na zwiększenie częstotliwości występowania jaj z plamami krwistymi [Roll i in. 2009].

Dodatek pasz roślinnych, oprócz barwy żółtka, może wpływać także na ocenę sensoryczną jaj z wybiegowych systemów chowu niosek. Co ciekawe, nie zawsze są one oceniane wyżej od jaj od ptaków utrzymywanych konwencjonalnie [Terčič i in. 2012], zaś preferencje konsumentów w tym zakresie zależą raczej od ich indywidualnej akceptacji smaku i zapachu.

Zróżnicowane sposoby żywienia i utrzymania ptaków, w tym dostęp do otwartych wybiegów, czy możliwość pobierania zielonek i przejawiania naturalnego behawioru żerowania, mogą przekładać się nie tylko na jakość jaj w aspekcie łatwych do oceny właściwości technologicznych, ale także wpływać na skład chemiczny surowca jajczarskiego. Co ciekawe, w tym zakresie również nie ma zgodności w wynikach badań. Wykazano znacząco mniejszą zawartość suchej masy i większą białka w żółtkach jaj z chowu organicznego niż z klatkowego [Minelli i in. 2007], a także większą zawartość tłuszczu w żółtkach z chowu wybiegowego niż w jajach od ptaków utrzymywanych w klatkach [Perić i in. 2016]. Odwrotne w badaniach Krawczyk i Gornowicz [2010] odnotowano obniżenie zawartości tłuszczu w żółtkach jaj pozyskiwanych od niosek żywionych paszami gospodarskimi. W pracy Tolan i in. [1974] ani chów ściółkowy, ani wybiegowy nie przyczyniły się do modyfikacji składu chemicznego żółtek, z wyjątkiem poziomu cholesterolu. Teoretycznie zróżnicowanie takie może wynikać z udziału w żywieniu niosek pasz zielonych, w których zawartość włókna może przyczyniać się do obniżenia cholesterolu w surowicy krwi, a w dalszej kolejności na jego poziom w żółtku. Simčič i in. [2009] wykazali jednak, że żółtka jaj od miejscowych kur niosek utrzymywanych w systemie wolno-wybiegowym zawierały więcej cholesterolu niż żółtka jaj kurzych utrzymywanych w pomieszczeniach zamkniętych. Kontrastowo Basmacioğlu i Ergül [2005] stwierdzili istotnie większą koncentrację cholesterolu w żółtkach jaj klatkowych niż ściółkowych. Autorzy ci wykazali dodatkowo wpływ genotypu ptaków, a także istotność interakcji systemu utrzymania i czynników genetycznych na tę cechę. Wpływ systemu utrzymania na poziom cholesterolu wykazali również Zemková i in. [2007], którzy odnotowali wyższe jego stężenie w jajach pochodzących od kur z chowu ściółkowego w stosunku do chowu klatkowego.

Następnym krokiem po oznaczeniu ilości tłuszczu w żółtku jest ocena profilu zawartych w nim kwasów tłuszczowych. Na tę cechę wpływa przede wszystkim dieta ptaków oraz stosowanie surowców bogatych w nienasycone kwasy tłuszczowe. Jednak Matt i in. [2009] oraz Krawczyk i in. [2011] wykazali, że system chowu może wpływać na zmianę wzajemnych proporcji poszczególnych kwasów tłuszczowych. Sokołowicz i in. [2018] stwierdzili, że wraz z dostępem do wybiegu ilość nasyconych kwasów tłuszczowych (ang. *saturated fatty acids*, SFA) spada istotnie, przy czym pozostaje też pod wpływem interakcji genotypu i sposobu utrzymania. Przeciwnie Anderson [2011] oraz Hassan i in. [2012] nie stwierdzili różnic w zawartości SFA. Analizując poszczególne grupy kwasów tłuszczowych, Sokołowicz i in. [2018], Hidalgo i in. [2013], jak również Mierliță [2020] wykazali, że wraz z eksten-syfikacją systemu chowu następuje wzrost zawartości kwasów jednonienasyconych (ang. *monounsaturated fatty acids*, MUFA) w żółtkach jaj.

Analizując skład chemiczny jaj, nie można pominąć ewentualnej zawartości w nich substancji szkodliwych. Proces produkcji komercyjnych mieszanek paszowych wykorzystywanych w chowie intensywnym podlega ścisłej kontroli, zaś surowce muszą spełniać ściśle określone normy, podczas gdy w otwartych systemach chowu drób żeruje w sposób instynktowny, pobierając z ziemi elementy mineralne, ale także możliwe jej zanieczyszczenia. Tą drogą do organizmów niosek mogą dostać się m.in. metale ciężkie, jak ołów, mangan, rtęć, arsen, chrom czy kadm. Polonis i Dmoch [2007] wykazali, że w jajach od kur z chowu intensywnego większość tych pierwiastków przyjmuje wartości poniżej poziomu detekcji, jednak w żółtkach jaj z chowu przyzagrodowego wykryto większą ilość ołowiu, a w białkach manganu. Drabik i in. [2018] w jajach od ptaków utrzymywanych w systemie ekologicznym stwierdzili większą zawartość kadmu i ołowiu niż w jajach z chowu klatkowego, co mogło być wynikiem dostępu do wybiegu. Metale ciężkie obecne w glebie i roślinach mogą akumulować się w organizmie ptaków i przechodzić do treści jaj.

Trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi, których obecność nie jest pożądana w żadnych produktach żywnościowych, są dioksyny. Ryzyko skażenia nimi jaj od kur utrzymywanych na wolnym wybiegu jest znacznie wyższe niż w przypadku systemów intensywnych, klatkowego czy ściółkowego. Zaleca się ścisłą kontrolę miejsca żerowania ptaków w kontekście zanieczyszczenia dioksynami, ponieważ mogą one trafić do organizmu ptaków podobnie jak wspomniane metale ciężkie [Schoeters i Hoogenboom 2006].

PODSUMOWANIE

Surowiec jajczarski musi spełniać wymagania nie tylko konsumentów, ale także uwarunkowania prawne związane z obrotem surowca. Niezależnie jednak od czynników modyfikujących jakość istotne jest uzyskanie surowca jajczarskiego o dobrej jakości technologicznej, która zapewni też satysfakcję nabywców. Podczas świadomego wyboru konsument sugeruje się nie tylko ceną i opakowaniem jaj, ale także ich cechami jakościowymi (barwa skorupy, kolor żółtka etc.) czy pochodzeniem (system chowu). Zagadnienie powrotu do ekstensywnych systemów utrzymania drobiu staje się niezwykle istotne w aspekcie preferencji konsumentów, których coraz częściej interesuje bezpieczeństwo oraz właściwości prozdrowotne surowców drobiarskich, a także dobrostan ptaków.

PIŚMIENNICTWO

Anderson K.E., 2011. Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities. *Poult. Sci.* 90 (7), 1600–1608, <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01289>

- Aygun A., 2014. The relationship between eggshell colour and egg quality traits in table eggs. *Indian J. Anim. Res.* 48 (3), 290–294, <https://doi.org/10.5958/j.0976-0555.48.3.061>
- Basmacioğlu H., Ergül M., 2005. Research on the factors affecting cholesterol content and some other characteristics of eggs in laying hens the effects of genotype and rearing system. *Turkish J. Vet. Anim. Sci.* 29 (1), 157–164.
- Batkowska J., Brodacki A., 2017. Selected quality traits of eggs and the productivity of newly-created laying hens dedicated to extensive system of rearing. *Arch. Anim. Breed.* 60, 87–93, <https://doi.org/10.5194/aab-60-87-2017>
- Batkowska J., Brodacki A., Gryzińska M., 2016. Effects of laying hen husbandry system and storage on egg quality. *Eur. Poult. Sci.* 80, <https://doi.org/10.1399/eps.2016.158>
- Batkowska J., Drabik K., Brodacki A., 2017. Quantity and quality of poultry products depending on birds' rearing system. *Annales UMCS sectio EE Zootechnica* 35 (3), 57–66, <https://doi.org/10.24326/jasbb.2017.3.6>
- Biesiada-Drzazga B., Banaszewska D., Wereszczyńska A., Olędzki Ł., 2016. Wpływ warunków przechowywania na wybrane cechy jaj pochodzących od kur rasy zielononóżka kuropatwiana. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 104 (1), 79–87, <https://doi.org/10.15193/zntj/2016/104/103>
- Biesiada-Drzazga B., Janocha A., 2009. Wpływ pochodzenia i systemu utrzymania kur na jakość jaj spożywczych. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 3 (64), 67–74.
- Castellini C., Perella F., Mugnai C., Bosco A.D., 2006. Welfare, productivity and qualitative traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. XII European Poultry Conference, Verona, 10-14 September, Italy, 1–5.
- Drabik K., Chabroszewska P., Vasiukov K., Adamczuk A., Blicharska E., Batkowska J., 2018. Wpływ systemu chowu na zawartość metali ciężkich w jajach. W: J. Bednarski, M. Bajda, Nauki przyrodnicze i medyczne: świat żywy a technologie w otoczeniu ludzi i zwierząt. Wydawnictwo Instytut Promocji Kultury i Nauki, Lublin, s. 93–102.
- Đukić-Stojić M., Perić L., Bjedov S., Milošević N., 2009. The quality of table eggs produced in different housing systems. *Biotechnol. Anim. Husb.* 25 (5–6), 1103–1108.
- Dyrektywa Rady 1999/74/WE z dnia 19 lipca 1999 r. ustanawiająca minimalne normy ochrony kur niosek (Dz.U. L 203 z 3.8.1999), s. 53–57.
- Ferrante V., Lolli S., Vezzoli G., Cavalchini L.G., 2009. Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens. *Ital. J. Anim. Sci.* 8 (2), 165–174.
- Gąsiorowski M., 2010. Kilka słów o Slow Food. *Zagadnienia Doradztwa Rolniczego* 1 (2), 127–132.
- Hassan M.R., Sultana S., Choe H.S., Ryu K.S., 2012. Effect of different housing system on the performance, bone mineral density and yolk fatty acid composition in laying hen. *Korean J. Poult. Sci.* 39 (4), 261–267.
- Hidalgo A., Ratti S., Rossi M., 2013. Lipid profile in feed and egg yolk from barn, cage, and organic systems at different hen ages. W: European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, Cambridge Journals Online 69 (Suppl.), 1–5.
- Joseph N.S., Robinson N.A., Renema R.A., Robinson F.E., 1999. Shell quality and color variation in broiler breeder eggs. *J. Appl. Poult. Res.* 8 (1), 70–74, <https://doi.org/10.1093/japr/8.1.70>

- Ketta M., Tůmová E. (2014) Differences in the eggshell quality and tibia strength in Lohmann White and Czech Hen housed in cages and on litter. *Acta Fytotech. Zootech.* 17 (3), 75–78, <https://doi.org/10.15414/afz.2014.17.03.75-78>
- Krawczyk J., Gornowicz E., 2010. Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. *Arch. Geflügelk.* 74 (3), 151–157.
- Krawczyk J., Sokołowicz Z., 2015. Ochrona bioróżnorodności kur w uwarunkowaniach mechanizmów wsparcia rolnictwa przez Unię Europejską. *Rocz. Nauk. Stow. Ekon. Rol. Agrobiz.* 17 (1), 118–122.
- Krawczyk J., Sokołowicz Z., Szymczyk B., 2011. Effect of housing system on cholesterol, vitamin and fatty acid content of yolk and physical characteristics of eggs from Polish native hens. *Arch. für Geflügelkunde* 75 (3), 151–157.
- Küçükylmaz K., Bozkurt M., Herken E.N., Çınar M., Çatlı A.U., Bintaz E., Çöven F., 2012a. Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 25 (4), 559–568, <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11382>
- Küçükylmaz K., Bozkurt M., Yamaner C., Çınar M., Çatlı A.U., Konak R., 2012b. Effect of an organic and conventional rearing system on the mineral content of hen eggs. *Food Chem.* 132 (2), 989–992, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.084>
- Lewko L., Gornowicz E., 2011. Effect of housing system on egg quality in laying hens. *Ann. Anim. Sci.* 11 (4), 607–611, <https://doi.org/10.2478/v10220-011-0012-0>
- Lewko L., Krawczyk J., Calik J., 2021. Effect of genotype and some shell quality traits on lysozyme content and activity in the albumen of eggs from hens under the biodiversity conservation program. *Poult. Sci.* 100 (3), 100863, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.11.040>
- Lordelo M., Fernandes E., Bessa R.J.B., Alves S.P., 2017. Quality of eggs from different laying hen production systems, from indigenous breeds and specialty eggs. *Poult. Sci.* 96 (5), 1485–1491, <https://doi.org/10.3382/ps/pew409>
- Matt D., Veromann E., Luik A., 2009. Effect of housing systems on biochemical composition of chicken eggs. *Agron. Res.* 7 (2), 662–667.
- Mertens K., Bamelis F., Kemps B., Kamers B., Verhoelst E., De Ketelaere, B., De Baerdemaeker J., 2006. Monitoring of eggshell breakage and eggshell strength in different production chains of consumption eggs. *Poult. Sci.* 85 (9), 1670–1677, <https://doi.org/10.1093/ps/85.9.1670>
- Mierliță D., 2020. Fatty acid profile and oxidative stability of egg yolks from hens under different production systems. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 50 (2), 196–206, <https://doi.org/10.4314/sajas.v50i2.3>
- Minelli G., Sirri F., Folegatti E., Meluzzi A., Franchini A., 2007. Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. *Ital. J. Anim. Sci.* 6 (Suppl.), 728–730, <https://doi.org/10.4081/ijas.2007.1s.728>
- Park K.W., Rhee A.R., Um J.S., Paik I.K., 2009. Effect of dietary available phosphorus and organic acids on the performance and egg quality of laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 18 (3), 598–604, <https://doi.org/10.3382/japr.2009-00043>
- Perić L., Stojčić M.Đ., Bjedov S., 2016. Effect of production systems on quality and chemical composition of table eggs. *Contemp. Agric.* 65 (3–4), 27–31, <https://doi.org/10.1515/contagri-2016-0014>

- Polonis A., Dmoch M., 2007. Heavy metals and some elements in the eggs of factory farmed hens and backyard hens. *Ann. Anim. Sci.* 7 (2), 337–343.
- Radu-Rusu C.G., Pop I.M., Radu-Rusu R.M., Albu A., 2012. Effects of the housing system applied in laying hens rearing on the external quality of table eggs. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole Și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie* 58, 188–192.
- Roberts J.R., 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.* 41 (3), 161–177, <https://doi.org/10.2141/jpsa.41.161>
- Roll V.F.B., Briz R.C., Levrino G.A.M., 2009. Floor versus cage rearing: effects on production, egg quality and physical condition of laying hens housed in furnished cages. *Cienc. Rural.* 39 (5), 1527–1532, <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000500034>
- Samiullah S., Omar A.S., Roberts J., Chousalkar K., 2017. Effect of production system and flock age on eggshell and egg internal quality measurements. *Poul. Sci.* 96 (1), 246–258, <https://doi.org/10.3382/ps/pew289>
- Samiullah S., Roberts J.R., Chousalkar K., 2015. Eggshell color in brown-egg laying hens – a review. *Poult. Sci.* 94 (10), 2566–2575, <https://doi.org/10.3382/ps/pev202>
- Schoeters G., Hoogenboom R., 2006. Contamination of free-range chicken eggs with dioxins and dioxin-like polychlorinated biphenyls. *Mol. Nutr. Food Res.* 50, 908–914, <https://doi.org/10.1002/mnfr.200500201>
- Simčič M., Stibilj V., Holcman A., 2009. The cholesterol content of eggs produced by the Slovenian autochthonous Styrian hen. *Food Chem.* 114, 1–4, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.110>
- Sokołowicz Z., Krawczyk J., Dykiel M., 2018. Effect of alternative housing system and hen genotype on egg quality characteristics. *Emir. J. Food Agric.* 30 (8), 695–703, <https://doi.org/10.9755/ejfa.2018.v30.i8.1753>
- Sokołowicz Z., Dykiel M., Krawczyk J., Augustyńska-Prejsnar A., 2019. Effect of layer genotype on physical characteristics and nutritive value of organic eggs. *CyTA – J. Food* 17 (1), 11–19, <https://doi.org/10.1080/19476337.2018.1541480>
- Solomon S.E., 1997. Egg and eggshell quality. Ames (LA): Iowa State University Press.
- Spada F.P., Selani M.M., Coelho A.A.D., Savino V.J.M., Rodella A.A., Souza M.C., Fischer F.S., Lemes D.E.A., Canniatti-Brazaca S.G., 2016. Influence of natural and synthetic carotenoids on the color of egg yolk. *Sci. Agric.* 73 (3), 234–242, <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0337>
- Szablewski T., Gornowicz E., Stuper-Szablewska K., Kaczmarek A., Cegielska-Radziejewska R., 2013. Skład mineralny treści jaj kur ras zachowawczych z chowu ekologicznego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 20 (5), 42–51.
- Terčič D., Žlender B., Holcman A., 2012. External, internal and sensory qualities of table eggs as influenced by two different production systems. *Agroznanje* 13 (4), 555–562, <https://doi.org/10.7251/AGREN1204555T>
- Tolan A., Robertson J., Orton C.R., Head M.J., Christie A.A., Millburn B.A., 1974. Studies on the composition of food: 5* The chemical composition of eggs produced under battery, deep litter and free range conditions. *Br. J. Nutr.* 31 (2), 185–200, <https://doi.org/10.1079/BJN19740024>

- Trziszka T., Nowak M., Kazmierska M., 2006. Preferencje konsumentów jaj na rynku wrocławskim. Żywn. Nauka Technol. Jakość 3 (48), 107–117.
- Zemková Ľ., Šimenová J., Lichovníková M., Šomerliková K., 2007. The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. Czech J. Anim. Sci. 52 (4), 110–115, <https://doi.org/10.17221/2269-CJAS>

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019–2023, nr projektu 029/RID/2018/19, kwota finansowania 11 927 330,00 zł.

ROZDZIAŁ 6

JAKOŚĆ I BEZPIECZEŃSTWO MIODÓW DOSTĘPNYCH NA RYNKU LUBELSKIM

WPROWADZENIE

Według definicji zawartej w Dyrektywie Rady 2001/110/WE „miód jest naturalnie słodką substancją produkowaną przez pszczoły *Apis mellifera* z nektaru roślin lub wydzielin żywych części roślin, lub wydalin owadów wysysających żywe części roślin, zbieranych przez pszczoły następnie przez nie przerabianych i zostawionych do dojrzewania”. Rozróżnia się miód nektarowy, spadziowy oraz nektarowo-spadziowy. Charakteryzuje go zróżnicowany skład chemiczny, zależny od gatunku rośliny, z której zostały zebrane nektar lub spadź. Ze względu na swój skład odznacza się właściwościami odżywczymi oraz leczniczymi. Na wartość biologiczną miodu wpływają zawarte w nim aminokwasy, składniki mineralne, witaminy, enzymy oraz związki fenolowe. Jakość miodu oceniana jest na podstawie liczby diastazowej, zawartości 5-hydroksymetylofurfuralu (5-HMF), wody, sumy glukozy i fruktozy, sacharozy, substancji nierozpuszczalnych w wodzie, wolnych kwasów oraz przewodności elektrycznej. Wartości tych parametrów, odbiegające od wymagań określonych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu nr 181, poz. 1773 [2003], mogą świadczyć nie tylko o jego niewłaściwym i zbyt długim czasie przechowywania, nieprawidłowej dekrystalizacji, ale również jego celowym zafałszowaniu. Miód jest produktem, w którym w sposób naturalny zachodzi krystalizacja. Proces przebiega samoistnie i polega na przejściu miodu z fazy płynnej (patoki) w postać stałą (krupec), bez obniżenia jakości. Miód składa się przede wszystkim z cukrów prostych,

¹ Koło Naukowe Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Sekcja Oceny Jakości i Bezpieczeństwa Żywności, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie.

² Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki, Katedra Oceny Jakości i Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, monika.matysek@up.lublin.pl

tj. glukozy (ok. 31%) oraz fruktozy (ok. 38%). Łączna ich suma w miodach nektarowych powinna wynosić nie mniej niż 60 g/100 g, a w spadziowych i spadziowonektarowych powyżej 45 g/100 g. Zawartość sacharozy nie powinna przekraczać 5 g/100 g. Wysoka jej zawartość może świadczyć o zafałszowaniu miodu [Rozporządzenie 2003, Borawska i in. 2015, Rosiak i Jaworska 2019].

Miód każdej odmiany charakteryzuje się odczynem kwaśnym, zapewniającym jego stabilność poprzez hamowanie rozwoju drobnoustrojów. Kwasowość (pH) miodów waha się między 3,2 a 4,5 [Karabagias i in. 2014]. Na kwasowość wpływa przede wszystkim rodzaj surowca, z którego powstaje miód, sezon jego wytworzenia oraz stopień dojrzałości. Kwaśny smak miodu nie jest wyczuwalny ze względu na duże stężenie cukrów. Kwas glukonowy występuje w miodzie w największej ilości, stanowiąc od 70 do 90% wszystkich kwasów. W miodzie możemy wyróżnić również kwasy asparaginowy, cytrynowy, bursztynowy, octowy, mlekowy czy też masłowy. Zbyt długie przechowywanie miodu powoduje wzrost jego kwasowości. Kwasowość wyrażona jako wolne kwasy nie może być wyższa niż 50 mval/kg [Cianciosi i in. 2018, Rosiak i Jaworska 2019].

Właściwości osmotyczne, niskie pH i niewielka aktywność wody, a jednocześnie duża ilość kwasów organicznych i wysoka zawartość nadtlenu wodoru są czynnikami ograniczającymi wzrost mikroorganizmów [García-Tenesaca i in. 2018]. Dodatkowo obecność innych związków chemicznych, takich jak polifenole, wpływa na poprawę statusu mikrobiologicznego miodów [Álvarez-Suárez i in. 2010]. Z uwagi na powyższe właściwości, liczba i spektrum mikroorganizmów obecnych w miodzie są niewielkie. Przy ocenie zanieczyszczenia miodów największe znaczenie ma badanie na obecność *Clostridium botulinum*, co uważane jest za najważniejszy wskaźnik właściwych praktyk higienicznych związanych z produkcją miodu [Wysok i in. 2017]. Czynności przeprowadzane w trakcie zbioru miodu i jego późniejszego przetwarzania są głównymi źródłami zanieczyszczeń przez bakterie tworzące przetrwalniki (tlenowe *Bacillus* i beztlenowe *Clostridium*) oraz drożdże (np. *Saccharomyces*, *Schizosaccharomyces* i *Torula*) [Moliné i in. 2015].

Celem pracy była ocena jakości miodów dekrystalizowanych oraz nie poddanych dekrystalizacji na podstawie zawartości 5-HMF i wody oraz zafałszowań skrobią i melasą. Dodatkowo określono bezpieczeństwo mikrobiologiczne miodów, wyznaczając liczbę przypuszczalnych *Bacillus* spp. i obecność beztlenowych laseczek przetrwalnikujących.

MATERIAŁ I METODY

Badaniami objęto łącznie 25 miodów różnych odmian, o deklarowanym kraju pochodzenia Polska. Wyróżniono dwie grupy miodów: dekrystalizowane (n = 7) oraz nie poddane dekrystalizacji (n = 18). Miody dekrystalizowane (w postaci płyn-

nej, tj. patoki) zakupiono na rynku lubelskim. Natomiast miody nieogrzewane występowały w formie skrzystalizowanej (krupca) i zostały nabyte bezpośrednio od pszczelarzy. Wszystkie badane miody były w okresie daty minimalnej trwałości.

Stężenie 5-HMF w mg/kg wyznaczono metodą White'a [1979], spektrofotometrem Carry 300 Bio (Varian Australia PTY, Ltd.). Absorbancję klarownego roztworu miodu z wodą wobec roztworu miodu z wodorosiarczanem sodu zmierzono przy długości fali 284 i 336 nm. Zawartość wody określono refraktometrem (Abbe Carl Zeiss Germany) na podstawie współczynnika załamania światła wykazanego przez miód, odpowiadającemu procentowej zawartości wody. Pomiary wykonano zgodnie z Rozporządzeniem MRiRW (Dz.U. z 2009 r., nr 17, poz. 94). Wykrywanie zafałszowań miodu skrobią polegało na rozcieńczeniu miodu, następnie jego ogrzaniu aż do wrzenia. Po ostudzeniu, do każdej próby dodawano 3 krople roztworu wodnego jodu. Wykrywanie zafałszowań miodu melasą w końcowym etapie analizy przeprowadzono z dodatkiem roztworu azotanu srebra (AgNO_3). Do analizy mikrobiologicznej na obecność *Bacillus* spp. [PN-EN 15784:2009E] oraz beztlenowych laseczek przetrwalnikujących [PN-R-64791:1994] wybrano 10 prób badanych miodów (4 dekrystalizowane i 6 nie poddanych dekrystalizacji).

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie programem Statistica [STATSOFT Inc. 2013]. Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami dla ocenianych grup wyznaczono testem t-Studenta.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Średnia zawartość wody w badanych miodach dekrystalizowanych wyniosła 16,61%, a niedekrystalizowanych 17,11%. Uzyskane wyniki są zgodne z Rozporządzeniem MRiRW (Dz.U. z 2009 r., nr 17, poz. 94), które określa dopuszczalną zawartość wody do 20%. Wyniki te świadczą o prawidłowym pozyskaniu miodu przez pszczelarza oraz braku zafałszowania, gdyż świadomy dodatek wody do miodu jest jedną z technik wykorzystywanych w fałszowaniu tego produktu (tab. 1). Jednym z wyznaczników jakości miodu jest zawartość wody. Wartość tego parametru wskazuje na dojrzałość miodu (gotowość do zbioru) i gwarantuje jego trwałość. Zawartość wody w miodach nie powinna przekraczać 20%, wyjątkowo w miodzie wrzosowym 23%. Udział wody w miodzie uwarunkowany jest wieloma czynnikami, np. warunkami atmosferycznymi panującymi podczas zbioru i przetwarzania pożytku (przez pszczoły), czy warunkami pozyskiwania i przechowywania (przez człowieka). Zbyt duża zawartość wody przyczynia się do psucia się miodu poprzez wytworzenie sprzyjających warunków dla procesu fermentacji [Rozporządzenie 2003, Miastkowski i Bakier 2018].

Tabela 1. Zawartość wody i 5-HMF w badanych miodach

Miody		Woda, %	HMF, mg/kg
Dekrystalizowane	$\bar{x} \pm SD$ min.–maks.	16,61 $\pm$ 0,91 15,3–18,0	35,29 ^A $\pm$ 34,76 10,46–109,66
Niedekrystalizowane	$\bar{x} \pm SD$ min.–maks.	17,11 $\pm$ 0,92 15,7–18,6	7,03 ^B $\pm$ 4,34 2,18–20,1

^{A, B} – różnice istotne przy $p \leq 0,01$

Poziom zawartości 5-HMF i wody jest wskaźnikiem pozwalającym na weryfikację jakości i bezpieczeństwa miódów wprowadzanych do obrotu. Zawartość 5-HMF w miodach nieogrzewanych była w granicach od 2,18 do 20,1 mg/kg i wynosiła średnio 7,03 mg/kg. Wyższą średnią zawartością 5-HMF na poziomie 35,29 mg/kg charakteryzowała się grupa miódów poddanych procesowi dekrystalizacji. Dwa miody (z siedmiu) przekroczyły dopuszczalny poziom, tj. 40 mg/kg. W przypadku miodu gryczanego zawartość tego związku stanowiła ponad dwukrotny dopuszczalny poziom 5-HMF, który wyniósł 109,66 mg/kg. Natomiast miód wielokwiatowy zawierał 41,26 mg/kg tego związku i przekraczał dopuszczalną normę o 1,26 mg/kg. Wykazane różnice w zawartości 5-HMF zostały potwierdzone przy $p \leq 0,01$ (tab. 1).

5-HMF to związek chemiczny, powstający w wyniku kwasowego rozkładu cukrów prostych, takich jak glukoza i fruktoza. HMF powstaje również podczas obróbki termicznej jako efekt uboczny reakcji Maillarda. Podwyższoną zawartość 5-hydroksymetylufurfuralu w miodzie można zaobserwować w wyniku przeprowadzenia nieprawidłowej dekrystalizacji, a także długotrwałego przechowywania połączonego z wystawieniem na światło. Wraz ze wzrostem temperatury obróbki cieplnej, jak również dłuższym okresem przechowywania stężenie 5-HMF istotnie wzrasta. Aczkolwiek o ilości 5-HMF decydują także inne czynniki, takie jak profil cukrowy, obecność kwasów organicznych, pH, zawartość i aktywność wody oraz pochodzenie botaniczne miodu. Stąd też poziom 5-HMF może wskazywać na potencjalne przegrzanie lub niewłaściwe warunki przechowywania. Co więcej, 5-HMF może powstawać również w niskich temperaturach, nawet w środowisku kwaśnym, przy kolejnych reakcjach odwadniania cukrów [Castro-Vázquez i in. 2007, Tornuk i in. 2013]. HMF obecny jest również w innych produktach spożywczych. Powszechnie występuje w pieczywie, napojach, kawie, mleku pasteryzowanym, przetworach warzywnych i owocowych, czekoladzie [Kowalski i Łukasiewicz 2012, Śliwińska i in. 2012, Da Silva i in. 2016, Kędzierska-Matysek i in. 2016]. Wyniki badań wskazują na szkodliwie, a nawet cytotoksyczne działanie 5-HMF na organizm człowieka. Prawdopodobnie jest przyczyną podrażnienia oczu, górnych dróg oddechowych, chorób skórnych oraz błony śluzowej jamy ustnej [Daszkiewicz i Rymkiewicz 2017]. Wskazuje się także na związek 5-HMF z reakcjami mutagennymi, neurotoksycznymi oraz uszkodzeniem struktury helisy DNA. Związek ten prawdopodobnie wywołuje

nowotwory tkanki wątroby, skóry oraz dolnych odcinków okrężnicy [Śliwińska i in. 2012].

Obok licznych artykułów o szkodliwym oddziaływaniu 5-HMF, istnieją także publikacje, które opisują zaskakująco pozytywne oddziaływanie tego związku na organizm ludzki. Co więcej, stwierdzono, że istnieje możliwość wykorzystania go w walce z nowotworami. Zjawisko to zaobserwowano w ekstraktach z derenia lekarskiego. Jak stwierdzono, występujący w nim związek 5-HMF pozytywnie wpływa na hepatocyty. Badania przeprowadzone w tym kierunku także wskazują na to, że kwas cytrynowy czy kwas jabłkowy, będący estrową pochodną 5-HMF, pomagają w walce z gripą spowodowaną wirusem typu A [Kowalski i Łukasiewicz 2012].

Badanie wykrywające obecność skrobi oraz melasy w miodach (tab. 2) pozwoliło na potwierdzenie jego autentyczności i wykluczenie zafałszowania oraz nieprawidłowej praktyki ze strony producenta, przetwórcy bądź sprzedawcy. Wykrycie obecności skrobi w miodzie jest cechą decydującą o jego wykluczeniu ze sprzedaży.

Tabela 2. Analiza zafałszowań badanych miodów dodatkiem skrobi i melasy

Miody	Skrobia	Melasa
Dekryształizowane	nie wykryto	nie wykryto
Niedekryształizowane	nie wykryto	nie wykryto

Niezależnie od grupy, we wszystkich próbach miodu liczba przypuszczalnych *Bacillus* spp. w 1 g wyniosła mniej niż 10 jtk; beztlenowych laseczek przetrwalnikujących natomiast nie wykryto w 1 g (tab. 3). Prawo europejskie oraz krajowe nie określa wymagań dotyczących zawartości mikroorganizmów w miodzie.

Tabela 3. Liczba przypuszczalnych *Bacillus* spp. i beztlenowych laseczek przetrwalnikujących w badanych miodach

Miody	Liczba przypuszczalnych <i>Bacillus</i> spp. w 1 g	Beztlenowe laseczki przetrwalnikujące w 1g
Dekryształizowane	mniej niż 10 jtk/g	nie wykryto
Niedekryształizowane	mniej niż 10 jtk/g	nie wykryto

Przeprowadzone badania wykazały, że wszystkie miody zakupione na rynku lubelskim poddane analizie były dobrej jakości oraz spełniły podstawowe wymagania dotyczące braku obecności skrobi, melasy, a także dopuszczalnej zawartości wody. Na podstawie przeprowadzonej oceny zawartości 5-HMF miody niedekrystalizowane można scharakteryzować jako produkty wysokiej jakości. Podwyższona zawartość 5-HMF miodów dekrystalizowanych mogła wynikać z ich przegrzania w procesie upłynniania, co obniżyło ich jakość. Pod względem mikrobiologicznym analizowane miody oceniono jako bezpieczne.

PIŚMIENNICTWO

- Álvarez-Suárez J.M., Tulipani S., Díaz D., Estevez Y., Romandini S., Giampieri F., Damiani E., Astolfi P., Bompadre S., Battino M., 2010. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food Chem. Toxicol.* 48 (8–9), 2490–2499, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.06.021>
- Borawska M., Arciuch L., Puścion-Jakubik A., Lewoc D., 2015. Zawartość cukrów (fruktozy, glukozy, sacharozy) i proliny w różnych odmianach naturalnych miodów pszczelich. *Probl. Hig. Epidemiol.* 96 (4), 816–820.
- Castro-Vázquez L., Díaz-Maroto M.C., Pérez-Coello M.S., 2007. Aroma composition and new chemical markers of Spanish citrus honeys. *Food Chem.* 103 (2), 601–606, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.031>
- Cianciosi D., Forbes-Hernández Tamara Y., Afrin S., Gasparrini M., Roboredo-Rodríguez P., Pia M.P., Zhang J., Bravo Lamas L., Martínez Flórez S., Adugo Toyos P., Quiles L.J., Giampieri F., Battino M., 2018. Phenolic compounds in honey and their associated health benefits: A review. *Molecules* 23, 2322, 1–20.
- Da Silva P.M., Gauche C., Gonzaga L.V., Costa A.C.O., Fett R., 2016. Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chem.* 196, 309–323.
- Daszkiewicz T., Rymkiewicz M., 2017. Zmiany zawartości 5-hydroksymetylofurfuralu (HMF) i barwy mleka UHT w trakcie jego przechowywania. *Bromat. Chem. Toksykol* 2, 156–162.
- Dyrektywa Rady 2001/110/WE z dnia 20 grudnia 2001 r. odnosząca się do miodu (Dz.U. L 10 z 12.01.2002).
- García-Tenesaca M., Navarrete E.S., Iturralde G.A., Villacrés Granda I.M., Tejera E., Beltrán-Ayala P., Giampieri F., Battino M., Alvarez-Suarez J.M., 2018. Influence of botanical origin and chemical composition on the protective effect against oxidative damage and the capacity to reduce *in vitro* bacterial biofilms of monofloral honeys from the Andean Region of Ecuador. *Int. J. Mol. Sci.* 19, 45, <https://doi.org/10.3390/ijms19010045>

- Karabagias, I. K., Badeka, A., Kontakos, S., Karabournioti, S., Kontominas, M.G., 2014. Characterisation and classification of Greek pine honeys according to their geographical origin based on volatiles, physicochemical parameters and chemometrics. *Food Chem.* 146, 548–557.
- Kędzierska-Matysek M., Florek M., Wolanciuk A., Skałeczki P., 2016. Effect of freezing and room temperatures storage for 18 months on quality of raw rapeseed honey (*Brassica napus*). *J. Food Sci. Technol.* 53 (8), 3349–3355, doi: 10.1007/s13197-016-2313-x
- Kowalski S., Łukasiewicz M., 2012. Występowanie 5-hydroksymetylo-2-furfuralu (HMF) w wybranych produktach spożywczych dostępnych na polskim rynku. *Bromat. Chem. Toksykol.* 4, 1239–1245.
- Miastkowski K., Bakier S., 2018. Badania wpływu aktywności wody miodów na proces ich odwadniania. *Post. Techn. Przetw. Spoż.* 2, 49–53.
- Moliné de la Paz M., Fernández N.J., Medici S.K., Fasce D., Gende L.B., 2015. Effect of microwave treatment on microbial contamination of honeys and on their physicochemical and thermal properties. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 65 (2), 119–126, doi: 10.1515/pjfn-2015-0031
- PN-EN 15784:2009, Pasze – Wykrywanie i oznaczanie liczby przypuszczalnych *Bacillus* spp.
- PN-R-64791:1994, Wykrywanie obecności beztlenowych laseczek przetrwalnikujących.
- Rosiak E., Jaworska D., 2019. Właściwości probiotyczne i prebiotyczne miodów pszczelich w aspekcie ich jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 26, 3 (120), 36–48, doi: 10.15193/Zntj/2019/120/295
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 14 stycznia 2009 r. w sprawie metod analiz związanych z dokonywaniem oceny miodu (Dz.U. z 2009 r., nr 17, poz. 94).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 3 października 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań w zakresie jakości handlowej miodu (Dz.U. z 2003 r., nr 181, poz. 1773).
- Śliwińska A., Przybylska A., Bazylak G., 2012. Wpływ zmian temperatury przechowywania na zawartość 5-hydroksymetylofurfuralu w odmianowych i wielokwiatowych miodach pszczelich. *Bromat. Chem. Toksykol.* 3, 271–279.
- Tornuk F., Karaman S., Ozturk I., Toker O.S., Tastemur B., Sagdic O., Dogan M., Kayacier A., 2013. Quality characterization of artisanal and retail Turkish blossom honeys: Determination of physicochemical, microbiological, bioactive properties and aroma profile. *Indust. Crops Prod.* 46, 124–131, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.12.042>
- White J., 1979. Spectrophotometric method for hydroxymethylfurfural in honey. *J. Ass. Off. Anal. Chem.* 62, 509–514.
- Wysok B., Wojtacka J., Karczmarczyk R., Wiszniewska-Łaszczych A., Gomółka-Pawlicka M., Sztejn J., Liedtke K., 2017. Honey sold directly by producers in the Silesian region of Poland as a source of *Clostridium botulinum* types A, B, E, and F. *Czech J. Food Sci.* 35, 194–199.

Projekt finansowany w ramach programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pod nazwą „Regionalna Inicjatywa Doskonałości” w latach 2019-2023, nr projektu 029/RID/2018/19, kwota finansowania 11 927 330,00 zł.

ROZDZIAŁ 7

OCENA JAKOŚCI CYTRYNÓWEK PRODUKOWANYCH METODĄ PRZEMYSŁOWĄ I DOMOWĄ

WPROWADZENIE

Wśród polskich konsumentów nalewki owocowe cieszą się popularnością. Są wytwarzane w tradycyjny sposób w warunkach domowych lub są produkowane metodą przemysłową. Na półkach sklepowych najczęściej są dostępne wiśniówki, malinówki, dereniówki, cytrynówki, pomarańczówki i pigwówki [Sklep internetowy Nalewki Kresowe; Sklep internetowy Benedetto]. Nalewki mogą być wytwarzane z owoców, ale także z ziół; zioła stanowią główny surowiec lub są dodatkiem smakowym do owoców i do nich zalicza się m.in. miętę, melisę i bazylię. Nalewki są sprzedawane w specjalistycznych sklepach zielarskich lub sklepach z nalewkami. Uznaje się, że te produkty mają działanie zdrowotne na organizm człowieka, na przykład:

- nalewka aloesowa – stosowana przy schorzeniach przewodu pokarmowego oraz chorobach płuc i wczesnej chorobie nowotworowej,
- nalewka aroniowa – ma właściwości przeciwkrwotoczne, pomaga w leczeniu nadciśnienia tętniczego,
- nalewka z czarnej porzeczki – działa korzystnie w zaburzeniach trawienia, ma właściwości wykrztuśne,
- nalewka czosnkowa – ma właściwości moczopędne, wykrztuśne i znieczulające; działa rozgrzewająco, wzmacniająco, rozrzedzająco, napotnie i moczopędnie,
- nalewka piołunowa – powstrzymuje biegunkę, wzmacnia żołądek, czyści krew, wypędza robaki [Rogała i Maciej 2007].

¹ Uniwersytet Morski w Gdyni, Wydział Zarządzania i Nauk o Jakości, Katedra Zarządzania Jakością, p.przybyłowski@wznj.umg.edu.pl, e.stasiuk@wznj.umg.edu.pl

Za twórcę pierwszej nalewki uważa się starożytnego greckiego lekarza Hipokratesa, który aromatyczne wino doprawił cynamonem i dosłodził miodem. Napój ten, zwany hipokrasem, miał rozgrzewać, dezynfekować i leczyć najróżniejsze choroby. Właśnie prozdrowotne działanie nalewek mogło być powodem, dla którego były sporządzane w naszym kraju przez wiele stuleci [Rodak-Śniecińska i Maciej 2021]. W szlacheckiej Polsce istniały ciekawe zwyczaje związane z nalewkami, np. nalewkę przygotowywano na chrzciny dziecka, a podawano na stół w czasie jego ślubu [Adamska i Adamski 2004].

Dzisiaj nalewki są w asortymencie każdego sklepu z alkoholami. Podnoszone są jednak aspekty prawne, ponieważ nalewki nie mają definicji w polskim prawie. Tradycyjne metody produkcji nalewek domowych polegają na procesie maceracji i maturacji owoców oraz ziół, a potem dojrzewaniu. Brak definicji powoduje, że popularne na rynku nalewki produkowane na skalę przemysłową nie są wcale nalewkami tylko aromatyzowanymi alkoholami czy wzmacnianym i aromatyzowanym winem [Raj i Węglorz 2017, Hurt&Detal 2022, Portal Spożywczy 2022]. Stąd interesujące jest porównanie nalewek wyprodukowanych tradycyjnie i nalewek przemysłowych.

Obecnie na rynku alkoholowym pod wpływem wielu czynników zaszły pewne zmiany (pandemia Covid-19, inflacja, zawirowania związane z surowcami, niepokój w Europie, zmiany świadomości konsumenta). Ograniczono kontakty międzyludzkie, wiele osób przebywało na kwarantannach, a część zatrudnionych osób wykonywała pracę zdalnie. Szacuje się, że w 2020 roku na zakup alkoholi wydano o 7% więcej niż rok wcześniej, chociaż ilościowo zakupiono ich mniej (o 1%). Główny wpływ na to miała malejąca sprzedaż piw – o 1,6% mniej objętościowo. Natomiast rynek wódki (w tym nalewek) był o 0,2% większy pod względem objętości niż rok wcześniej, ale o 8% większy wartościowo [Foodfakty 2021]. Z kolei Gomulski [2021] zauważa rozwój branży alkoholi rzemieślniczych, w tym nalewek, jak również wzrost produkcji domowej tego typu alkoholu. Na rynku do najbardziej znanych producentów nalewek rzemieślniczych zalicza się: Nalewki Kresowe, Manufakturę Cieleśnica, Manufakturę Nalewek. Nowak [2022] zauważa, że wódki smakowe stanowią już niemal jedną trzecią wartości całej sprzedaży wódki. W okresie od lutego 2021 r. do stycznia 2022 r. w segmencie wódek smakowych sprzedaż wzrosła o 8,6%, podczas gdy sprzedaż wódek ogółem zanotowała wzrost wynoszący 2,8%.

Cytryny należą do grupy owoców cytrusowych. Obecnie są dostępne na rynku krajowym przez cały rok. W soku cytryn znajdują się m.in. węglowodany, witamina C oraz związki bioaktywne, takie jak kwasy polifenolowe i flawonoidy. Związki te mają działanie przeciwutleniające [Sembratowicz i Rusinek-Prystupa 2015, Bąk-Sypień i in. 2017, Stasiuk 2021]. Obecność cytryn (soku, skórki) w nalewkach wpływa na zdolność wymiatania wolnych rodników w tych napojach [Klimek-Szczykutowicz i in. 2017].

Do badania wybrano cztery cytrynówki produkowane według określonych przepisów metodą tradycyjną, w warunkach domowych oraz cztery cytrynówki obecne na rynku trójmiejskim, produkowane przemysłowo. Celem pracy była ocena i porównanie wybranych cech jakościowych tych produktów. Głównym wyróżnikiem jakościowym brany pod uwagę przy ocenie nalewek była aktywność antyoksydacyjna tych nalewek i związana z tym parametrem zawartość w nich witaminy C.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły cytrynówki sporządzone w warunkach domowych według wybranych przepisów znalezionych w Internecie i w książkach o nalewkach oraz cytrynówki produkowane na skalę przemysłową, zakupione w sklepach na terenie Trójmiasta. W tabeli 1 przedstawiono cytrynówki przemysłowe, ich producenta oraz deklarowaną moc (zawartość alkoholu etylowego).

Tabela 1. Cytrynówki przemysłowe
[źródło: opracowanie własne na podstawie informacji podanych na etykietach cytrynówek]

Lp.	Nazwa	Symbol	Producent	Moc [% obj.]
1.	Cytrynówka Lubelska	CP1	Stock Polska sp. z o.o., Lublin	30
2.	Cytrynówka Warszawska	CP2	Warszawska Wytwórnia Wódek Koneser, Jarosław Nowociel, Warka	30
3.	Cytrynówka Krupnik	CP3	Marie Brizard Wine & Spirits Polska sp. z o.o., Warszawa	30
4.	Cytrynówka Kasztelańska	CP4	Legendary Polish Brand sp. z o.o., Józefów	30

W tabeli 2 podano informacje o składnikach nalewek cytrynowych domowych.

Tabela 2. Skład cytrynówek domowych
[źródło: opracowanie własne na podstawie informacji podanych
w przepisach zaczerpniętych z literatury]

Lp.	Nazwa	Symbol	Składniki	Źródło
1.	Cytrynówka domowa 1	CD1	0,5 litra wódki Żubrówki 40% (Polmos Białystok) 6 dużych cytryn pochodzących z Hiszpanii – 1214 g szklanka wody – 250 ml szklanka cukru – 250 ml	Skupieńska 2020
2.	Cytrynówka domowa 2	CD2	1 szklanka wody – 250 ml 2 szklanki cukru po 250 ml 3 łyżki skórki z cytryn $\frac{3}{4}$ szklanki świeżo wyciśniętego soku z cytryn pochodzących z Hiszpanii 1 i $\frac{1}{2}$ szklanki wódki Żubrówki 40% 5–10 kropli żółtego barwnika spo- żywczego (Dr. Oetker)	Gulling i Var- gas 2011
3.	Cytrynówka domowa 3	CD3	9 cytryn pochodzących z Hiszpanii – 1495 g 2 szklanki cukru po 250 ml 2 szklanki spirytusu rektyfikowanego zbożowego Kaliski 95% 1 l wody	Szubińska 2019
4.	Cytrynówka domowa 4	CD4	2 szklanki cukru po 250 ml 1 i $\frac{1}{2}$ szklanki wody 3 łyżeczki olejku cytrynowego 2 szklanki wódki Żubrówki 40% (Polmos Białystok)	Skupieńska 2020

W wyżej wymienionych przepisach (tab. 2) można zauważyć, że tylko w nalewce domowej CD4 nie ma w przepisie cytryny i/lub soku z cytryny, natomiast jest olejek cytrynowy.

W tabeli 3 podano informacje na temat sposobów przygotowania nalewek cytrynowych domowych oraz źródło pochodzenia przepisu.

Tabela 3. Sposób przygotowania cytrynówek domowych
[źródło: opracowanie własne na podstawie informacji podanych w przepisach zaczerpniętych z literatury]

Lp.	Symbol	Sposób przygotowania	Źródło
1.	CD1	Wodę zagotowano do wrzątku, dodano cukier i rozpuszczono. Z trzech cytryn starto skórkę, z pozostałych wyciśnięto sok, a potem zblendowano. Sok, skórki, syrop cukrowy i wódkę zmieszano w dużym dzbanku i odstawiono na jeden dzień. Następnie przecedzono nalewkę przez sito i przelano do butelki. Odstawiono na miesiąc w ciemne miejsce.	Skupieńska 2020
2.	CD2	Przygotowano syrop cukrowy – zagotowano wodę z cukrem. Po ostygnięciu roztworu syrop przelano do litrowego słoika, dodano skórkę i sok z cytryn, wódkę i barwnik spożywczy. Słoik ze zmieszanymi składnikami odstawiono w ciemne miejsce na miesiąc. Po upływie odpowiedniego czasu, zlano i przefiltrowano nalewkę do butelki.	Gulling i Vargas 2011
3.	CD3	Cytryny odparzono wrzątkiem, obrano ze skórek. Żółte skórki umieszczono w słoju i zalano spirytusem. Zamknięty słoik odstawiono na 24 godziny. Z 2 szklanek cukru i 1 l wody otrzymano zagotowany syrop, który był użyty po ostygnięciu. Z obranych cytryn wyciśnięto sok i wymieszano go z syropem cukrowym. Słoik ze skórkami zalany spirytusem odcedzono i uzupełniono sokiem z cytryn. Całość wymieszano i przelano do butelki. Odstawiono na miesiąc w ciemne miejsce, aby cytrynówka dojrzała.	Szubińska 2019
4.	CD4	Olejek cytrynowy otrzymano przez starcie skórek z cytryn, zalanie oliwą z oliwek i odstawienie na 3 tygodnie. Codziennie, dwa razy dziennie, wstrząsano słoikiem, aby oliwa przesiąkła skórkami. Po 3 tygodniach olejek odcedzono i użyto do przygotowania nalewki. Przygotowano syrop cukrowy – zagotowano wodę z cukrem. Po ostygnięciu syropu dodano olejek cytrynowy i wódkę. Całość mocno wytrząsano i przelano do butelki. Nalewkę odstawiono w ciemne miejsce na miesiąc.	Skupieńska 2020

Badane cytrynówki przedstawiono na rycinie 1. Na fotografii widać zróżnicowanie barw między cytrynówkami przemysłowymi i domowymi. Wyróżniają się trzy cytrynówki domowe CD1, CD2 i CD3, które mają zdecydowanie intensywnie barwy oraz są mętniejsze. Z cytrynówek przemysłowych lekko żółte zabarwienie ma cytrynówka CP4.



Ryc. 1. Badane cytrynówki przemysłowe (cztery od lewej) i domowe (cztery od prawej)

Aby oznaczyć zawartość alkoholu w nalewkach cytrynowych, przeprowadzono destylację. W destylacie oznaczano gęstość metodą areometryczną oraz zawartość alkoholu etylowego za pomocą alkoholomierza. Pomiary wykonano w temperaturze 20°C. Destylat wlewano do cylindra o pojemności 250 cm³ i następnie zanurzano alkoholomierz, a potem odczytywano pomiar na podstawie menisku górnego. Gęstość także oznaczano poprzez zanurzenie areometru w destylacie i odczyt górny ze skali gęstościomierza.

Witaminę C oznaczano jakościowo metodą chromatograficzną HPLC (ang. *high-performance liquid chromatography*), natomiast ilościowo za pomocą metody Tillmansa. W metodzie chromatograficznej użyto chromatografu cieczowego HPLC – UltiMate 3000 z czterowiązkowym detektorem UV-VIS. Eluentami były faza A i faza B. Faza A składała się z acetonitrylu i 0,1-procentowego kwasu trifluorooctowego. Faza B składała się z wody i 0,1-procentowego kwasu trifluorooctowego. Program elucji trwał 5 minut. Gradient temperaturowy był ustawiony na 70% i na 20 minut. Oznaczanie witaminy C metodą Tillmansa polega na redukcji barwnego roztworu 2,6-dichlorofenolindofenolu do bezbarwnego związku przez kwaśny roztwór kwasu askorbinowego. Do badań pobierano 10 g cytrynówki i dodawano 2-procentowy kwas szczawiowy. Pobierano 10 ml wyciągu i miareczkowano 2,6-dichlorofenolindofenolem do różowego zabarwienia utrzymującego się 30 sekund. Wykonano również próbę odczynnikową. Zawartość witaminy C – jako kwas askorbinowy (X) – wyrażano w mg/100 g cytrynówki, czyli w mg%, i obliczano wg wzoru:

$$X = V \cdot V_0 \cdot m \cdot 100 / V_1 \cdot a$$

gdzie:

V – objętość odczynnika Tillmansa zużyta do miareczkowania

V_0 – objętość całkowita sporządzonego wyciągu

V_1 – objętość wyciągu przeznaczona do zmiareczkowania

m – miano odczynnika Tillmansa

a – odważka cytrynówki

Aktywność antyoksydacyjną naparów i nalewek cytrynowych oznaczono metodą DPPH jako zdolność zmiatania wolnych rodników. Roztwór DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazylu, $C_{18}H_{12}N_5O_6$ firmy Aldrich Chemistry [St. Louis, Missouri, Stany Zjednoczone]) sporządzano, rozpuszczając 0,0078 g DPPH w metanolu, w kolbie miarowej do objętości 100 ml. Do badania pobierano 0,5 ml nalewki, po wcześniejszym odwirowaniu za pomocą mikrowirówki firmy Jouan (obroty 4000 na minutę, czas 5 minut), następnie dodawano 2 ml roztworu DPPH. Przygotowane roztwory mieszano i odstawiano na 45 minut. Analogicznie wykonano próbę ślepą (kontrolną), gdzie zamiast napoju było 0,5 ml wody. Pomiar spektrofotometryczny wykonano przy długości fali $\lambda = 517$ nm przy użyciu spektrofotometru UV/VIS-UV2 firmy ATI Unicam (Cambridge, Wielka Brytania). Zerowania dokonano za pomocą metanolu. Mierzono absorbancję próbki ślepej i próbek napojów izotonicznych. Wyniki oznaczeń aktywności antyoksydacyjnej (AA) obliczono jako procent inhibicji wolnych rodników według następującego wzoru:

$$A_A\% = [(A_B - A_A) / A_B] \cdot 100$$

gdzie:

A_A – absorbancja badanej próbki nalewki cytrynowej

A_B – absorbancja próbki kontrolnej

OMÓWIENIE WYNIKÓW

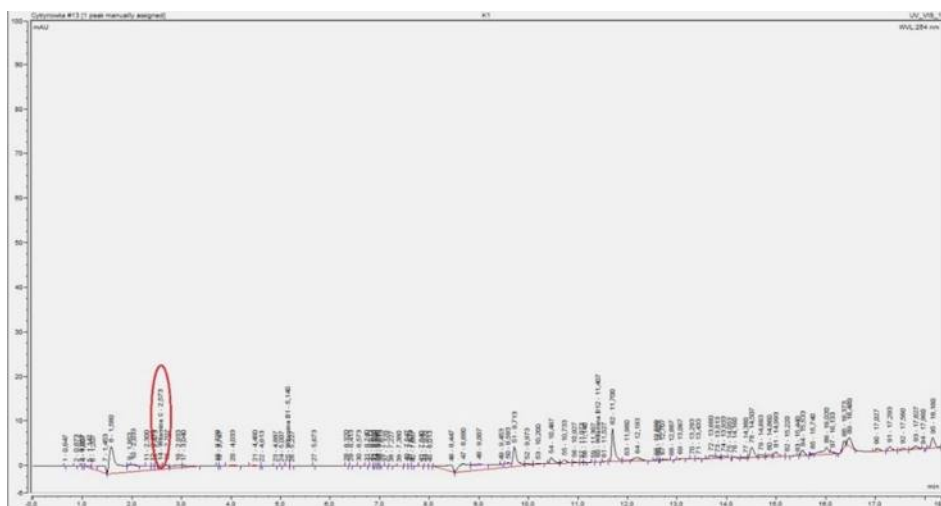
Zawartość alkoholu została podana jedynie przez producenta dla nalewek przemysłowych (tab. 1). W każdym przypadku deklarowano zawartość alkoholu 30% obj. Dla potrzeb tej pracy wyznaczono w destylacie zawartość alkoholu dla wszystkich cytrynówek za pomocą alkoholomierza po przeprowadzonej destylacji. Wyniki podano w tabeli 4.

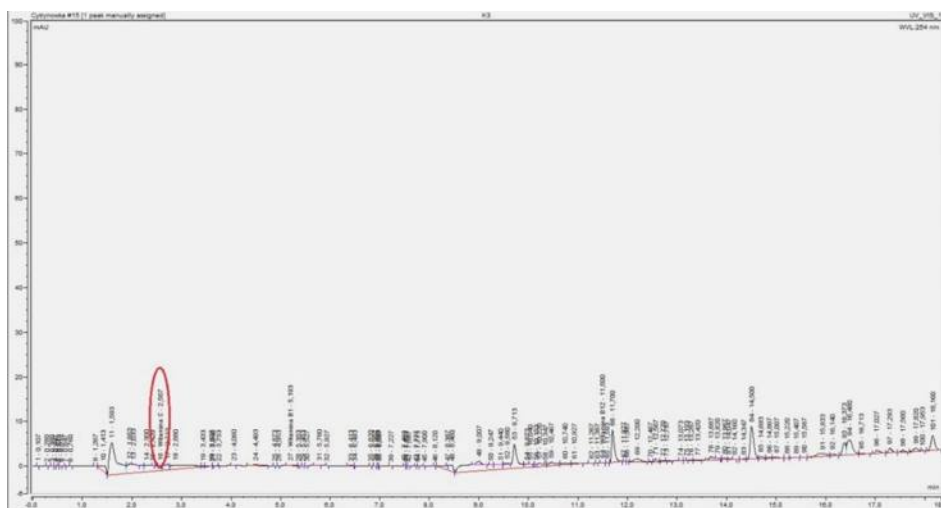
Tabela 4. Zawartość alkoholu w badanych cytrynówkach oraz gęstość destylatów
[źródło: badania własne]

Nazwa	Gęstość destylatu (g/cm ³)	Zawartość alkoholu (% obj.)	Nazwa	Gęstość destylatu (g/cm ³)	Zawartość alkoholu (% obj.)
Cytrynówka Lubelska	0,963	28	Cytrynówka domowa 1	0,982	10
Cytrynówka Warszawska	0,962	28	Cytrynówka domowa 2	0,983	8
Cytrynówka Krupnik	0,962	29	Cytrynówka domowa 3	0,985	6
Cytrynówka Kasztelańska	0,963	29	Cytrynówka domowa 4	0,977	15

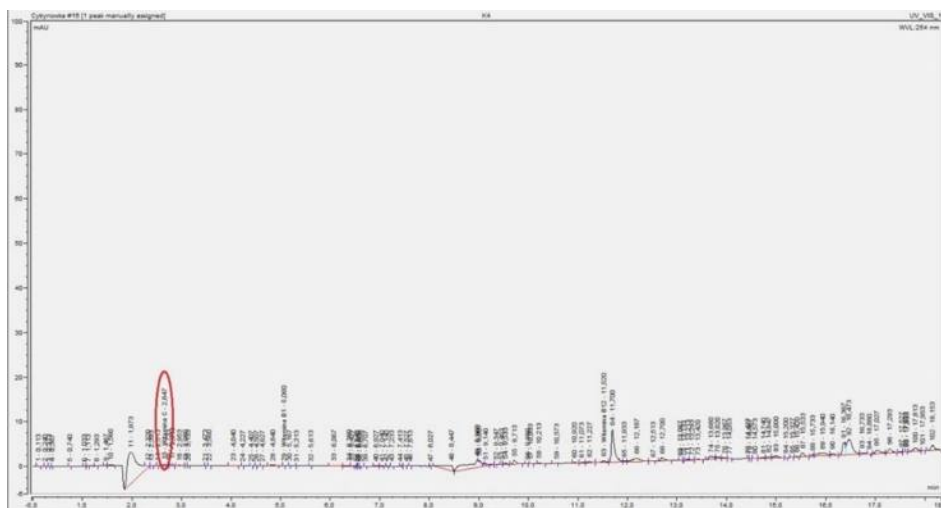
Zawartość alkoholu w cytrynówkach przemysłowych różniła się o 1–2% w stosunku do deklaracji producenta. Wynik może mieścić się w granicach błędu przyrządu pomiarowego i błędu odczytu. Natomiast od razu można zauważyć, że zawartość alkoholu w nalewkach domowych jest znacznie niższa i wynosi od 6% dla cytrynówki CD3 do 15% dla cytrynówki CD4. Najwyższa zawartość alkoholu w nalewce domowej jest o prawie połowę niższa niż w nalewce przemysłowej. Potwierdza to pomiar gęstości destylatów nalewek. Tam, gdzie jest mniejsza gęstość destylatu, tam jest większe stężenie alkoholu etylowego. Dlatego też gęstość destylatów cytrynówek przemysłowych wynosi 0,962–0,963 g/cm³, natomiast dla destylatów nalewek domowych gęstość jest większa, ponieważ zawartość alkoholu jest mniejsza (większa zawartość wody). Gęstość destylatów nalewek domowych wynosi od 0,977 g/cm³ dla CD4 do 0,985 g/cm³ dla CD3.

Chromatogramy badanych cytrynówek przemysłowych przedstawiono na rycinach 2–9.



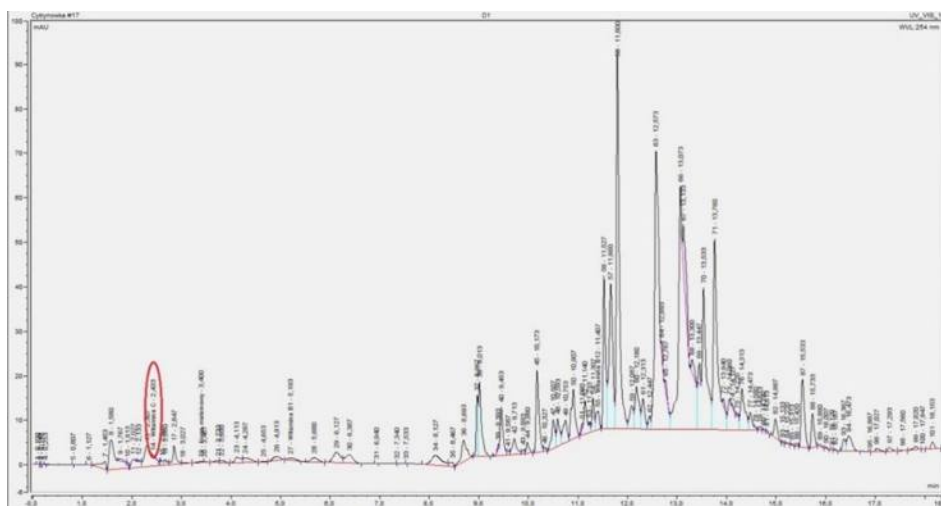


Ryc. 4. Widmo chromatograficzne dla Cytrynówki Krupnik [źródło: badania własne]

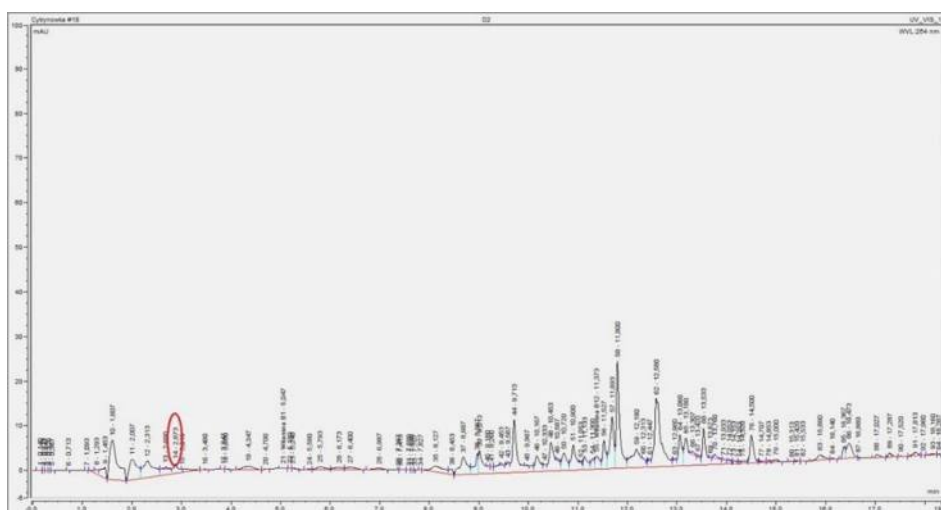


Ryc. 5. Widmo chromatograficzne dla Cytrynówki Kasztelańskiej [źródło: badania własne]

Nieco inaczej przedstawiają się chromatogramy cytrynówek domowych. W stosunku do chromatogramów cytrynówek przemysłowych są dużo bardziej urozmaicone. Mają większe zróżnicowanie intensywności niektórych pików. Jedynie CD4 ma widmo chromatograficzne podobne do widm cytrynówek przemysłowych. Można to tłumaczyć składem i sposobem produkcji tej nalewki. Z cytrynówek domowych wyróżnia się tym, że nie ma w składzie cytryny lub soku z cytryny, a jedynie specjalnie sporządzony olejek cytrynowy.

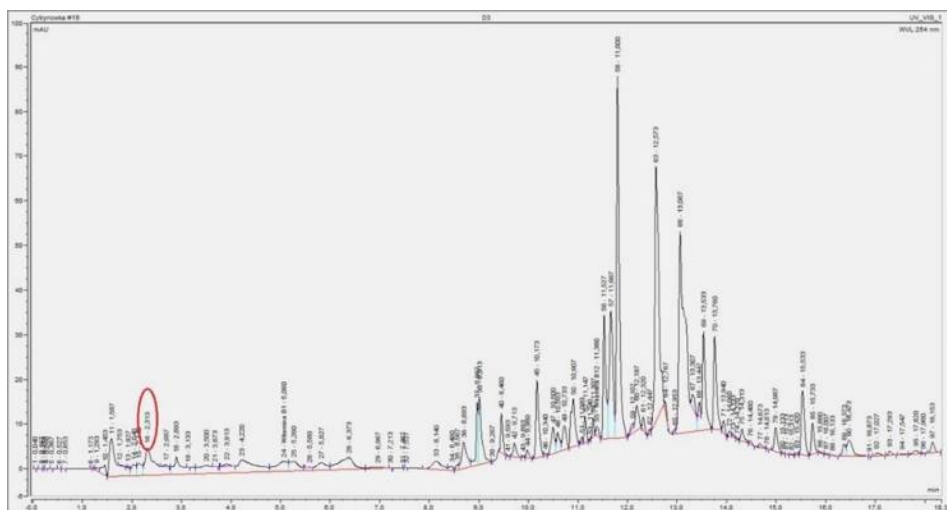


Ryc. 6. Widmo chromatograficzne dla cytrynówki domowej 1 (CD1)
[źródło: badania własne]

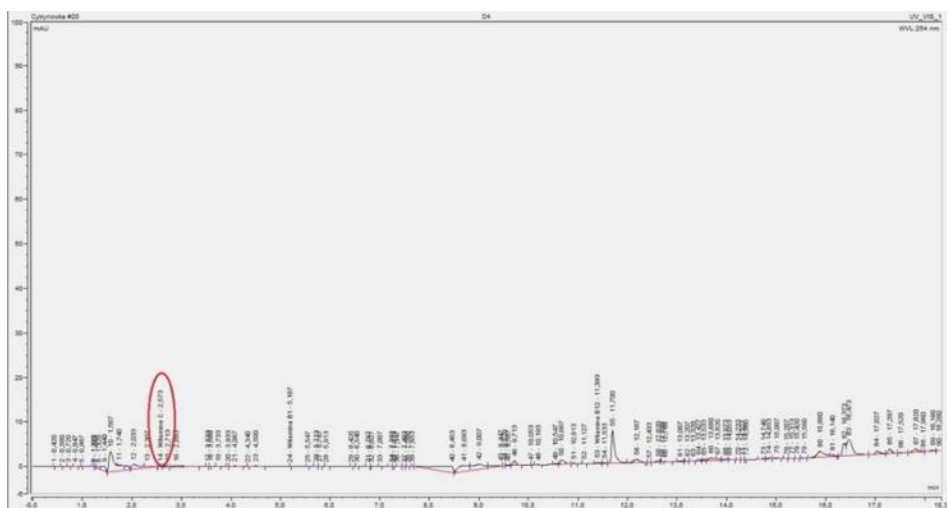


Ryc. 7. Widmo chromatograficzne dla cytrynówki domowej 2 (CD2)
[źródło: badania własne]

Chromatogramy kolejno badanych cytrynówek domowych przedstawiono poniżej. Zauważyć można dla cytrynówek domowych CD1 i CD3 dużo większe urozmaicenie pików oraz stosunkowo dużą intensywność w obszarze 11.–14. minuty (retencji). Również piki witaminy C są zdecydowanie wyższe dla chromatogramów na rycinach 6 i 8 (czyli nalewek CD1 i CD3), nieco niższe dla chromatogramu na rycinie 7 (CD2). Na chromatografii z ryciny 9 (CD4) widać pik witaminy C zbliżony do tych na chromatogramach przedstawionych na rycinach 2, 3 i 4 (CP1, CP2, CP3).



Ryc. 8. Widmo chromatograficzne dla cytrynówki domowej 3 (CD3)
[źródło: badania własne]



Ryc. 9. Widmo chromatograficzne dla cytrynówki domowej 4 (CD4)
[źródło: badania własne]

W tabeli 5 przedstawiono wyniki zawartości witaminy C z oznaczenia metodą Tillmanna. Widać tu potwierdzenie obserwacji zauważonych na powyższych chromatogramach. Trzy cytrynówki przemysłowe CP1, CP2 i CP3 oraz jedna cytrynówka domowa CD4 miały najniższą zawartość witaminy C, która wynosiła 0,81 mg/100 g. Tylko jedna cytrynówka przemysłowa CP4 wykazywała nieco większą zawartość tej witaminy – 1,63 mg%. Cytrynówki domowe CD1 i CD3 zdecydowanie charakteryzowały się najwyższą zawartością witaminy – odpowiednio 12,70 i 10,91 mg w 100 g produktu.

Tabela 5. Zawartość witaminy C w nalewkach cytrynowych
[źródło: badania własne]

Nazwa	Zawartość witaminy C (mg/100 g produktu)	Nazwa	Zawartość witaminy C (mg/100 g produktu)
Cytrynówka Lubelska	0,81	Cytrynówka domowa 1	12,70
Cytrynówka Warszawska	0,81	Cytrynówka domowa 2	1,95
Cytrynówka Krupnik	0,81	Cytrynówka domowa 3	10,91
Cytrynówka Kasztelańska	1,63	Cytrynówka domowa 4	0,81

Aktywność antyoksydacyjna badanych nalewek cytrynowych wyrażona jako zdolność wymiatania wolnych rodników (w %) oznaczona metodą DPPH została przedstawiona w tabeli 6.

Tabela 6. Aktywność antyoksydacyjna badanych cytrynówek
[źródło: badania własne]

Nazwa	Zdolność wymiatania wolnych rodników (%)	Nazwa	Zdolność wymiatania wolnych rodników (%)
Cytrynówka Lubelska	7,57	Cytrynówka domowa 1	91,98
Cytrynówka Warszawska	17,12	Cytrynówka domowa 2	37,43
Cytrynówka Krupnik	6,26	Cytrynówka domowa 3	82,76
Cytrynówka Kasztelańska	8,36	Cytrynówka domowa 4	3,19

Największe zdolności przeciwutleniające wykazały nalewki domowe: CD1, CD3 i CD2. Wynosiły one odpowiednio: 91,98%, 82,76% i 37,43%. Żadna z nalewek przemysłowych nie wykazywała większych poziomów aktywności antyoksydacyjnej. Jedynie cytrynówka domowa CD4 charakteryzowała się najmniejszą zdolnością wymiatania wolnych rodników – 3,19% – spośród wszystkich badanych cytrynówek. Wynika to ze sposobu jej sporządzania i użytych surowców. W grupie cytrynówek przemysłowych największe zdolności przeciwutleniające wykazała nalewka CP2 – 17,12%, a następnie już nieco niższe nalewki CP4, CP1 i CP3 – odpowiednio 8,36%, 7,57% i 6,26%. Świadczy to o tym, że nalewki sporządzane w sposób tradycyjny mają więcej składników antyoksydacyjnych. Wynika to ze sposobu produkcji, gdzie proces ekstrakcji składników z owoców jest ważnym etapem produkcji [Narwojsz i in. 2012]. Dla nalewek domowych, dla których w przepisie składnikiem jest sok z cytryn (nalewki CD1, CD2, CD3), charakterystyczna jest wysoka wartość wymiatania wolnych rodników (CD1, CD3 – duża liczba cytryn) lub średnia (CD2 – nieco mniejsza liczba cytryn). Wartości te są znacząco wyższe niż dla nalewek przemysłowych. Dlatego też sposób wytwarzania nalewek – przemysłowych, rzemieślniczych czy domowych – będzie mieć wpływ na ich aktywność antyoksydacyjną.

PODSUMOWANIE

Podsumowując można stwierdzić, że nalewki cytrynowe, zwane cytrynówkami, wytworzone tradycyjnie, wykazują wyższe cechy jakościowe w porównaniu do cytrynówek przemysłowych, na co wskazują wyniki przeprowadzonego badania. Stwierdzono niższą zawartość alkoholu w cytrynówkach domowych (6–15%), w porównaniu do wyrobów przemysłowych (28–29%). Przeciwną zależność wykazano w przypadku gęstości destylatów (nalewki domowe 0,977–0,985 g/cm³, cytrynówki przemysłowe 0,962–0,963 g/cm³). Ocena chromatograficzna nalewek przemysłowych wskazuje na ich dobrą standaryzację. Z kolei chromatogramy cytrynówek domowych wykazały większe zróżnicowanie w składzie, przy czym zawierają one także znacząco więcej witaminy C. Cytrynówki domowe mają również wyższe poziomy zdolności przeciwutleniającej w porównaniu do wyrobów przemysłowych, co wskazuje, że nalewki sporządzone tradycyjnie zawierają więcej składników antyoksydacyjnych.

PIŚMIENNICTWO

Adamska E., Adamski K., 2004. Domowy wyrób win, nalewek i miodów. Wyd. De Facto, Warszawa.

- Bąk-Sypień I., Karmańska A., Dobosz A., Karwowski B., 2017. Ocena aktywności przeciwutleniającej oraz wybranych parametrów jakości piwa typu porter. *Bromat. Chem. Toksykol.* L (4), 288–293.
- Foodfakty, 2021. Napoje alkoholowe pod wpływem pandemii, <https://foodfakty.pl/napoje-alkoholowe-pod-wplywem-pandemii>
- Gomulski K., 2021. Rozwój branży alkoholi rzemieślniczych w Polsce. W: A. Cierechowicz, A. Cichowska, M. Chelinska (red.), *Aktualne problemy badawcze. Nauki społeczne i humanistyczne*, t. 2, Wyd. Naukowe FNCE, Poznań, s. 54–64.
- Gulling R., Vargas P., 2011. *Nalewki i likiery*. Wyd. RM, Warszawa.
- Hurt&detal, 2022. Do trzech razy... Lubelska Cytrynówka! Soczyste nowości od Lubelskiej, https://hurtidetel.pl/article/art_id,36845-95/do-trzech-razy-lubelska-cytrynowka-soczyste-nowosci-od-lubelskiej/ [dostęp: 27.07.2022 r.].
- Klimek-Szczykutowicz, M., Szopa, A., Ekiert, H., 2017. Citrus Limon (cytryna zwyczajna) – źródło surowców o cennych walorach kosmetycznych. *Pol. J. Cosmetol.* 20 (3), 184–195.
- Narwojsz A., Borowska E.J., Borowski J., Piłat B., 2012. Ekstraktywność składników bioaktywnych w procesie otrzymywania nalewki z pigwy. *Bromat. Chem. Toksykol.* XLV (3), 567–572.
- Nowak W., 2022. Alkohole smakowe. *Hurt&detal* 4 (194), 36–50, https://hurtidetel.pl/article/art_id,36106-61/alkohole-smakowe/place,1/
- Portal spożywczy, 2022. Ten alkohol nie ma definicji w polskim prawie. Dla producentów to poważny problem, <https://www.portalspozywczy.pl/alkohole-uzywki/wiadomosci/ten-alkohol-nie-ma-definicji-w-polskim-prawie-dla-producentow-to-powazny-problem,209785.html> [dostęp: 24.07.2022 r.].
- Raj D., Węglorz J., 2017. Wódka wódce nierówna. Problematyka leczniczych ekstraktów ziołowych w epoce nowożytnej. *Klio* 43 (4), 69–84, <https://doi.org/10.12775/KLIO.2017.045>
- Rodak-Śniecińska A., Maciej R., 2021. *Wielka księga nalewek*. Wyd. Dressler Dublin sp. z o.o, Ożarów Mazowiecki.
- Rogała J., Maciej R., 2007. *Nalewki prozdrowotne, czyli 102 przepisy na alkohol, który wspomaga organizm*. Wyd. Baobab, Warszawa.
- Sembratowicz I., Rusinek-Prystupa E., 2015. Zawartość substancji bioaktywnych w owocach pozyskiwanych z upraw ekologicznych i konwencjonalnych. *Probl. Hig. Epidemiol.* 96 (1), 259–263.
- Sklep internetowy Benedetto, <https://sklep.benedetto.com.pl/produkty/alkohole/nalewki-owocowe,28972> [dostęp: 27.07.2022 r.].
- Sklep internetowy Nalewki Kresowe, <https://nalewvikresowe.pl/> [dostęp: 27.07.2022 r.].
- Skupieńska A., 2020. Cytrynówka – szybka i pyszna nalewka, <https://www.2drink.pl/cytrynowka-szybka-i-pyszna-nalewka/> [dostęp: 27.07.2022 r.].
- Stasiuk E., 2021. Antioxidant activity of home-made isotonic drinks prepared from fruit juices. W: I. Klimczak (red.), *Current Trends in Quality Science – design, quality and safety of products*, Institute of Quality Science, Poznań University of Economics & Business; Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji. Wyd. Naukowe, Radom, s. 146–155.
- Szubińska A., 2019. *Nalewki. Natura zamknięta w butelce*. Wyd. TIME Spółka Akcyjna, Warszawa.

ROZDZIAŁ 8

BARWA I OŚWIETLLENIE ŻYWNOSTCI – ZAPEWNIENIE JAKOŚCI WYROBÓW MIĘSNYCH

WSTĘP – POSTRZEGANIE BARW PRZEZ LUDZI

Widzenie barwne jest procesem psychofizycznym, powstającym u obserwatora, wywołanym przez fale świetlne emitowane przez źródło światła i modyfikowane przez oświetlany obiekt [AMSA 2012]. Odpowiednie oświetlenie jest niezbędne do prawidłowego i bezpiecznego wykonywania czynności, przy których człowiek korzysta ze swojego wzroku; umożliwia rozróżnianie szczegółów, postrzeganie i szybkie reagowanie, chroni wzrok przed zmęczeniem i dyskomfortem. Zdolność postrzegania barw i ich rozróżniania wynika z wrażliwości wzroku na długość fali światła. Układ nerwowy człowieka rejestruje kolor przez porównanie reakcji trzech rodzajów czopków występujących w oku wrażliwych na fale w zakresie od około 380 do 740 nm [CIE 2006]. Postrzeganie barw przez człowieka jest zależne od bardzo wielu czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Dlatego nauka wkłada wiele wysiłku w badania, mające na celu opisanie postrzegania kolorów w modelach i standardach, co w konsekwencji ma prowadzić do obiektywizacji pomiarów instrumentalnych [Antonelli i in. 2004].

Barwa jest kombinacją czystych spektrów występujących w zakresie widzialnym, których jest nieskończenie wiele. Zbiór wszystkich fizycznych kolorów można więc traktować jako nieskończenie wymiarową przestrzeń wektorową, tzw. przestrzeń Hilberta. Postrzeganie kolorów przez człowieka to wyłącznie subiektywne wrażenie psychiczne powstające w mózgu, do którego docierają informacje na temat kombinacji ilościowych zarejestrowanych fal o różnej długości [Crawford

¹ Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego, Zakład Technologii Mięsa i Zarządzania Jakością, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, dariusz.stasiak@up.lublin.pl

1963]. Dlatego odczucie konkretnego koloru może powstać przez odbiór wielu różnych kombinacji ilościowych fal o różnych częstotliwościach. Jednocześnie ta sama mieszanina fal może u obserwatora wywołać odmienne wrażenia kolorystyczne, w zależności od czynników dodatkowych, np. występowania tła, czy też parametrów źródła światła [Rea 2010]. Dlatego technika pomiarów spektrofotometrycznych rozwija się, dzięki niej kolor można przedstawić w postaci wartości liczbowych, odnoszących się do określonej przestrzeni barw. Wzrok w głównej mierze determinuje interakcje człowieka z otoczeniem i żaden pomiar nie jest w stanie oddać subiektywnego odczucia barwy [Hashimoto i Nayatani 1994]. Dlatego warunki, w których żywność jest wytwarzana, i cechy optyczne charakteryzujące żywność są czynnikami mającymi kluczowe znaczenie w doborze parametrów oświetlenia [Hunt 1982].

Barwa determinuje pierwsze wrażenie konsumenta związane z wyborem żywności [AMSA 2012]. Zazwyczaj nie sięga on po przypadkowe dostępne produkty, lecz poszukuje takich, które są zgodne z jego wyobrażeniem o możliwym smaku. Dlatego teza, że kształtowanie koloru żywności ma fundamentalne znaczenie na etapie produkcji, magazynowania i dystrybucji, a efekt końcowy wszystkich procesów jest weryfikowany przez konsumentów, nie wymaga dodatkowego uzasadnienia. Nabywając żywność, konsumenci szczególną uwagę zwracają na jej smakowitość i atrakcyjność wizualną, świeżość i bezpieczeństwo oraz stosunek ceny do jakości. Często wstępnej oceny dokonują na podstawie cech organoleptycznych: barwy i wyglądu zewnętrznego, dotyku, aromatu i smaku [Girolami i in. 2013]. O ile oceny faktycznej świeżości, a zwłaszcza smakowitości, klient może dokonać zwykle dopiero po zakupie żywności, to ocena barwy nie wymaga fizycznego kontaktu z żywnością. Niemniej ważna jest ocena operatorów żywności na różnych etapach jej przetwarzania, produkcji i dystrybucji. Aby właściwie dokonać oceny, eksploatacja oświetlenia pomieszczeń w obiektach żywnościowych objęta jest przepisami uwzględniającymi aspekty higieniczno-sanitarne, zwłaszcza bezpieczeństwa żywności. Najczęściej w jednym obiekcie funkcjonują różne strefy wymagające spełnienia innych kryteriów względem oświetlenia.

OŚWIETLENIE PRZY PRODUKCJI I OBROBIE ŻYWNOSTCIĄ

Ogólne zalecenia dotyczące oświetlenia obiektów żywnościowych określa dokument CXC 1-1969 wydany przez Komisję Kodeksu Żywnościowego [*Codex Alimentarius* 2020]. Dobra praktyka nakazuje zapewnić odpowiednie oświetlenie naturalne lub sztuczne, aby umożliwić higieniczny sposób prowadzenia produkcji żywności. Ponadto oświetlenie nie powinno negatywnie oddziaływać na możliwość wykrycia wad lub zanieczyszczeń w żywności lub utrzymania czystości. Oświetlenie powinno być skonstruowane w taki sposób, aby było odporne na uderzenia, minimalizowało gromadzenie się brudu, kondensację i rozsiewanie zanieczyszczeń (np. na skutek

pęknięcia elementów oprawy). Przepisy dotyczące higieny (Rozporządzenia [WE] 852/2004 i [WE] 853/2004) są w tym zakresie bardzo ogólne.

Wymogi odnoszące się do oświetlenia obiektów żywnościowych regulują dość ogólne przepisy zawarte w rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650 z późn. zm.), a także rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.). Zasadniczo w pomieszczeniach przeznaczonych do pracy stałej należy zapewnić oświetlenie dzienne. Ale w przypadku obiektów żywnościowych dopuszczalne jest stosowanie wyłącznie oświetlenia sztucznego, jeśli spełnione są dwa warunki:

- zastosowana technologia wymaga oświetlenia sztucznego,
- została wydana zgoda właściwego wojewódzkiego inspektora sanitarnego w porozumieniu z okręgowym inspektorem pracy.

Parametry oświetlenia stanowiska zależą od rodzaju wykonywanej pracy i wymaganej dokładności, określa je norma PN-EN 12464-1:2022-01 – Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.

Podstawowym parametrem oświetlenia w fotometrii jest natężenie światła, którego jednostką jest luks (lx) [PN-EN 12665:2018-08]. Określa się je w polu realizacji zadania (czynności roboczych) i oddzielnie w polu bezpośredniego otoczenia (pas otaczający pole zadania wzrokowego). Do wykonywania prostych czynności wystarczy natężenie 50 lx, ale prace wymagające dużej dokładności, w tym prace biurowe czy laboratoryjne, wymagają już oświetlenia o natężeniu 500 lx. W pomieszczeniach produkcyjnych zwykle stosuje się oświetlenie ogólne lub złożone. Norma PN-EN 12464-1: 2022-01 dostarcza niewiele informacji na temat natężenia oświetlenia dla różnych operacji w przemyśle spożywczym (tab. 1).

Tabela 1. Wymagane natężenie oświetlenia (lx) na typowych stanowiskach w przemyśle spożywczym [PN-EN 12464-1: PN-EN 12464-1:2022-01]

Stanowisko, operacja	Natężenie, lx
Sortowanie i mycie produktów, mielenie, mieszanie, pakowanie	300
Stanowiska pracy i strefy krytyczne w ubojniach, rzeźniach, mleczarniach	500
Krojenie i sortowanie owoców i warzyw	300
Produkcja żywności delikatesowej, praca w kuchni	500
Kontrola produktów szklanych i butelek, kontrola produkcji, sortowanie, dekorowanie	500
Laboratoria	500
Sprawdzanie barwy	1000
Krojenie i sortowanie owoców i warzyw	300

Ogólnie sformułowane zalecenia dla stanowisk pracy i stref krytycznych zakładów wskazują, że natężenie oświetlenia powinno wynosić co najmniej 500 lx (tab. 1), ujednolicona ocena oświecenia powinna przyjmować wartość poniżej 25, równomierność natężenia oświetlenia powinna mieć wartość powyżej 0,60, a minimalny wskaźnik oddawania barw Ra ma osiągać wartość równą lub wyższą 80. W magazynach, strefach pakowania i obszarach ogólnych wewnątrz obiektów żywnościowych obowiązują takie same zalecenia, jak w przypadku innych branż.

Pomiar natężenia oświetlenia można wykonać przy użyciu przenośnego miernika natężenia światła, tzw. luksomierza, w użytecznym zakresie od 1 lx do 100 tys. lx (oświetlenie w letni słoneczny dzień w miejscu niezacienionym). Dostępne są aplikacje na smartfony, które umożliwiają pomiar natężenia światła, jednak wskazania obarczone są dość dużym uchybem.

Natężenie oświetlenia jest wielkością charakteryzującą oświetlaną powierzchnię, jednak nie charakteryzuje samego źródła światła. Dlatego rzeczywiste natężenie światła w pomieszczeniach determinują takie czynniki, jak liczba i wielkość otworów okiennych, kolorystyka ścian wnętrza (ciemniejsze kolory redukują ogólne natężenie), rozstawienie wyposażenia w pomieszczeniu, parametry źródła światła (kąt oświetlenia, rodzaj odbłyśników itp.).

Według Rozporządzenia (UE) 2019/2015 [2015] wskaźnik oddawania barw Ra (ang. *color rendering index*, CRI), charakteryzujący źródło światła, oznacza liczbowo wpływ oświetlenia na postrzeganą barwę obiektów poprzez świadome lub podświadome porównanie z ich postrzeganą barwą przy oświetleniu referencyjnym. Umożliwia określenie wierności postrzegania barwy oświetlonych przedmiotów w porównaniu do oświetlenia słonecznego (naturalnego) lub promieniowaniem ciała doskonale czarnego. Jest on wyrażany liczbą z przedziału od 0 do 100 [<https://www.lamps-on-line.com/colour-rendering-index>]. Niskim wskaźnikiem Ra charakteryzują się niskoprężne lampy sodowe, a wysokim światło słoneczne i tradycyjne żarówki. W większości przypadków zalecana jest wartość nie mniejsza niż 80. W przypadku stanowisk pracy, na których rozróżnianie barw ma zasadnicze znaczenie, np. kontrolowanie wzrokowe koloru, czy oświetlenie sklepu, zaleca się stosowanie źródeł światła o wartości Ra powyżej 90. Wierne oddawanie barw jest niezbędne w związku z zapewnieniem bezpieczeństwa żywności, kontrolowania jakości, klasyfikowania surowców i produktów spożywczych itp. Umożliwia to szybkie wykrycie wad jakościowych identyfikowalnych przez barwę, a mogących świadczyć na przykład o zepsuciu produktu. Należy jednak pamiętać, że CRI informuje o wierności oddania koloru obiektu, ale nie jest wolny od wpływu temperatury barwowej źródła światła [Vienot i in. 2008].

Temperatura barwowa jest obiektywną miarą wrażenia barwy danego źródła światła i oznacza temperaturę ciała doskonale czarnego, które wysyła promieniowanie o tej samej chromatyczności co promieniowanie rozpatrywanego źródła. W praktyce najczęściej mamy do czynienia z zakresem temperatury od około 2000 K (barwa lampy sodowej; CRI w zakresie 10–20), 4000 K (barwa biała) do 6500 K

(barwa dzienna – zimna) [CIE 2006]. Z tego względu w pomieszczeniach produkcyjno-magazynowych obiektów żywnościowych powinno stosować się oświetlenie o temperaturze barwowej, która nie będzie zniekształcać postrzegania koloru obiektów, zwłaszcza w przypadku kontrolowania jakości [<https://www.spozywcze Technologie.pl/miesne-technologie/technologie-produkcji/221/kontrola-barwy-surowcow-i-produktow>]. Inne parametry oświetlenia pomieszczeń obiektów żywnościowych wynikające z warunków BHP to współczynnik oślnienia i równomierność oświetlenia, migotanie i efekt stroboskopowy. Rodzaj oświetlenia pomieszczeń produkcyjno-magazynowych obiektów żywnościowych systematycznie zmienia się ze względu na koszty użytkowania i oferowane parametry oświetlenia. Obecnie dominuje oświetlenie LED, które oferuje dłuższą żywotność lamp (nawet 10 lat), niższe koszty konserwacji, możliwość pracy w niskiej temperaturze, możliwość inteligentnego sterowania [Ohno i Davis 2010]. Dodatkowo takie oświetlenie dobrze sprawdza się w przypadku potrzeby częstego załączania oświetlenia, np. w magazynach, także w połączeniu z czujnikami ruchu. Oferuje również możliwość płynnej regulacji natężenia w celu dostosowania do realnych potrzeb, co sprzyja oszczędnościom energetycznym bez uszczerbku dla źródła światła.

Z wyżej podanych względów rozwiązania techniczne oświetlenia pomieszczeń obiektów żywnościowych muszą być realizowane ze szczególnie wytrzymałych mechanicznie, termicznie i chemicznie materiałów, odpornych na uderzenia i rozbicie. Bardzo często korzysta się z opraw oświetleniowych wykonywanych z ogniotrwałych, nietoksycznych, nieodpryskujących, niereaktywnych i nierdzewnych materiałów [<https://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/oswietlenie-w-przemysle-spozywczym-ma-znaczenie,146592.html>]. Ważne są także wymogi utrzymania higieny, determinujące m.in. kształt obudowy, która powinna być wolna od miejsc gromadzenia się zanieczyszczeń (np. szczeliny, ostre kąty wewnętrzne, wgłębienia), wykonana w odpowiedniej klasie szczelności (IP65, IP66), odporna na temperaturę powietrza dochodzącą nawet do 70°C [<https://www.kierunekspozywczy.pl/artikul,60478,specyfika-oswietlenia-hal-przemyslu-miesnego.html>]. Nie dopuszcza się stosowania szkła w oprawach oświetleniowych. Takie warunki chronią żywność przed zanieczyszczeniami z systemu oświetlenia, realizując wymagania dobrej praktyki produkcyjnej (ang. *good manufacturing practice*, GMP) i higienicznej (ang. *good hygienic practice*, GHP).

W celu zapewnienia pracownikom warunków bezpiecznego wykonywania czynności z jednej strony, a z drugiej zapewnienia bezpieczeństwa wytwarzanej żywności, należy:

- zapewnić natężenie oświetlenia dobrane do rodzaju pracy,
- zapewnić równomierne oświetlenie płaszczyzny roboczej,
- ograniczyć wpływ czynników zakłócających obserwację wzrokową,
- zapewnić odpowiednią temperaturę barwową źródła światła i wartość CRI powyżej 80,

- stosować oprawy oświetleniowe zapewniające wymagany poziom utrzymania higieny produkcji żywności.

BADANIE BARWY ŻYWNOSCI

Żywność jest jednym z głównych czynników decydujących o ludzkim zdrowiu i samopoczuciu, a jej nieodpowiednia jakość zagraża życiu. Ponadto nierzadkie przypadki fałszowania żywności, skażenia chemicznego, zakażenia mikrobiologicznego sprawiają, że wszelkie działania prowadzące do podniesienia poziomu bezpieczeństwa żywności i bezpieczeństwa żywnościowego budzą zainteresowanie na wszystkich etapach łańcucha żywnościowego. Wiele metod badania żywności to metody czasochłonne i pracochłonne, które wiążą się ze zniszczeniem próbki i/lub wymagają stosowania substancji chemicznych. Dlatego metody te nie są odpowiednie w sytuacjach, kiedy wyniku badania oczekuje się natychmiast, np. w przypadku wyboru żywności przez konsumenta. Techniki oparte na analizie barwy z natury są nieinwazyjne i niedestrukcyjne [Abdullah i in. 2004, Du i Sun 2004]. Ponadto mogą dostarczyć dużej liczby danych w krótkim czasie. W szczególności technika analizy barwy i obrazu może zastąpić pracę ekspertów w zespołach oceniających żywność sensorycznie [Hashimoto i in. 2007].

Ogólnie rzecz biorąc, metody wykorzystujące analizę barwy i obrazu wykazują wiele zalet, przedstawiono je poniżej:

- nieniszczący i nieinwazyjny charakter pomiarów,
- bezpieczne i przyjazne dla środowiska,
- przyjazne dla użytkownika,
- oszczędne energetycznie,
- szybkie gromadzenie i przetwarzanie danych,
- tanie i dostępne oprzyrządowanie,
- stosunkowo niskie wymagania w zakresie kompetencji operatora,
- ograniczenie błędów ludzkich,
- wysoka dokładność i precyzja.

Prowadzenie instrumentalnych pomiarów barwy ma na celu ograniczenie subiektywizmu wzroku i automatyzację w odniesieniu do określonych kryteriów lub wzorców. W celu oceny barwy żywności wykorzystuje się kolorymetry lub spektrofotometry [Girolami i in. 2013]. Tego rodzaju urządzenia mogą występować w formie stacjonarnej (stołowej) lub jako przenośne. Te drugie doskonale sprawdzają się w zastosowaniach przemysłowych do weryfikacji dostaw surowca (np. mięsa), monitorowania procesu technologicznego (np. ocena zmiany barwy podczas dojrzewania wyrobu). Na podstawie pomiaru można natychmiast podejmować stosowne decyzje co do dalszego postępowania technologicznego z wyrobem. Urządzenia po-

miarowe umożliwiają automatyzację pomiaru i współpracę z systemem zarządzania. W szczególności kolorymetr może zostać przymocowany do ramienia manipulatora, robota (itp.) na linii produkcyjnej [Zheng i in. 2006].

Stacjonarne spektrofotometry mają znacznie szersze możliwości pomiarowe, umożliwiając pomiary materiałów stałych (np. mięso, farsze, osłonki, kiełbasy), sypkich (np. przyprawy, dodatki) i ciekłych (np. buliony, tłuszcze), zarówno w świetle przechodzącym, jak i odbitym. Urządzenia mają różną wielkość pola pomiarowego. Większa powierzchnia otworu „uśrednia” parametry barwy powierzchni wyrobu, zaś mniejsze otwory umożliwiają prowadzenie pomiarów, których celem jest na przykład analiza barwna wybranych małych powierzchni na przekroju. Aby wykorzystać pełnię możliwości funkcjonalnych, spektrofotometr zwykle komunikuje się z komputerem z zainstalowanym specjalnym oprogramowaniem [El Barbri i in. 2014].

Pomiary parametrów barwy wyrobów mięsnych stały się niejako standardem w badaniach naukowych nad produktami mięsnymi [Mancini i Hunt 2005]. W szczególności umożliwiają ocenę jakości surowców mięsnych i przebiegu procesu technologicznego. Na ich podstawie podejmowane są decyzje dotyczące dalszego postępowania z surowcem lub kierunkiem procesu, tak aby zoptymalizować barwę gotowego produktu, wpływając tym samym na pozytywne decyzje zakupowe podejmowane przez konsumentów. Barwa odgrywa zatem główną rolę w komunikacji pomiędzy producentem i konsumentem.

Aby scharakteryzować barwę produktu, mierzoną przy użyciu spektrofotometru, najczęściej wykorzystuje się przestrzeń barw CIELab, określoną przez standard Międzynarodowej Komisji ds. Oświetlenia (franc. *Comission Internationale de l'Eclairage*) [CIE 1976]. Przestrzeń ta powstała jako wynik badań nad postrzeganiem przez oko ludzkie różnic między barwami. Zakładano, że barwy znajdujące się w przestrzeni CIELab w jednakowej odległości od siebie będą postrzegane jako jednakowo różniące się od siebie. Niestety, założenia okazały się błędne, a dowodem nierównomierności jest fakt, że różnicy percepcyjnej barw nie można jednoznacznie określić za pomocą różnicy w tej przestrzeni, ponieważ ludzkie oko cechuje zróżnicowana wrażliwość na różne kolory.

Opisanie barwy w przestrzeni CIELab, w dużym uproszczeniu, polega na podaniu trzech wartości współrzędnych w przestrzeni z trzema prostopadłymi osiami. Oś luminancji (jasność) przyjmuje wartości w zakresie 0–100. Pozostałe dwie osie odnoszą się do chromatyczności barwy i rozciągają się w zakresie od –120 do +120 jednostek [Papadakis i in. 2000]. Barwę opisują trzy składowe: jasność, czyli ilość światła docierającego do oka, barwa (a) w zakresie od barwy zielonej do magenty (czerwonej), barwa (b) w zakresie od niebieskiej do żółtej. Przestrzeń barw w systemie CIELab nie jest regularną bryłą, gdyż wartości chromatyczności nie przyjmują skrajnych wartości w całym zakresie luminancji [CIE 2006].

Opis barwy produktu bliższy fizjologicznemu odczuwaniu koloru i nasycenia oferuje cylindryczna przestrzeń CIELCh, uwzględniająca trzy atrybuty: jasność (ang.

lightness, L), odcień (ang. *hue angle*, h) i nasycenie (ang. *relative saturation*, C) [Sharma i in. 2005]. Odcień określa dominującą długość fali w spektrum tej barwy, a nasycenie opisuje czystość barwy. Barwy o wąskim spektrum są postrzegane jako bardziej nasycone. Barwy o niewielkim nasyceniu nazywane są pastelowymi. Barwy achromatyczne mają tylko jedną cechę – jasność. Należy podkreślić, że współrzędne polarne CIELCh są używane zamiennie do współrzędnych kartezjańskich CIELab i przytaczanie (np. w jednej tabeli w publikacji) obok siebie wartości odnoszących się do obu systemów jest zwykle nieuzasadnione. W celu konwersji współrzędnych wystarczy zastosować zależności:

$$L^* = L^*; C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}; h^o = \arctg \frac{b^*}{a^*}$$

Do opisu różnicy barw w przestrzeni CIELab używa się wartości ΔE , która jest zwykłą odległością euklidesową między dwoma punktami w przestrzeni trójwymiarowej. Jak wcześniej wspomniano, różnicy percepcyjnej barw nie można jednoznacznie określić za pomocą obliczeń. Dlatego stosowanie empirycznej zasady, według której standardowy niedoświadczony obserwator (jakim może być konsument) dostrzega różnice dla wartości $\Delta E > 2$, wydaje się być mało zasadne, jakkolwiek dopuszczalne przy niewielkim zróżnicowaniu barwy. Dotychczas wypracowane przestrzenie barw i wzory obliczania różnicy nie są w stanie uwzględnić faktycznej nierównomierności przestrzeni barw typowej dla ludzkiego oka.

Wynik pomiaru barwy próbki zależy od źródła światła wykorzystywanego w spektrofotometrze. Iluminant (oświetlacz) to matematyczna reprezentacja teoretycznego źródła światła, używana do obliczania wartości trójkromatycznych z pomiarów spektrofotometrycznych [www.xrite.com/pl-pl/service-support/understanding_illuminants]. W ocenie żywności najczęściej stosuje się CIE Standard Illuminant D65, który reprezentuje średnie światło dzienne w południe o temperaturze barwowej 6500 K; ma zastosowanie w ogólnej ocenie koloru, zapewnieniu zgodności z międzynarodowymi standardami przemysłowymi. Oświetlacz D50 reprezentuje światło dzienne typowe dla wczesnego ranka lub późnego popołudnia o temperaturze barwowej 5000 K. Bywa stosowany do ogólnej oceny barwy. Światło żarowe (halogen) reprezentuje model oświetlacza A o temperaturze barwowej 2856 K, symulującej oświetlenie spotykane m.in. w handlu. Istnieje wiele rodzajów iluminantów uwzględniających specyfikę na przykład różnych luminoforów. Do żywności, mając na względzie wskaźnik oddania barw, powszechnie stosuje się oświetlacz D65 [AMSA 2012].

Modelowanie obserwacji wizualnej obiektu przy użyciu instrumentu napotyka także trudności związane z wielkością pola widzenia. Eksperymentalnie ustalono, że optymalne warunki oceny barwy są osiąganym przy 10-stopniowym polu widzenia i taką wielkość najczęściej stosuje się w kolorymetrach [https://www.xrite.com/pl-pl/service-support/what_is_meant_by_the_term_observer_angle]. Kolejną trudność

związaną z pomiarem instrumentalnym napotkano w związku z efektem połysku powierzchni. To zjawisko opisuje tzw. geometria pomiaru. W aparatach o geometrii 45/0 próba oświetlana jest pod kątem 45° (z jednego lub wielu kierunków), a pomiar natężenia światła odbitego odbywa się w kierunku pionowym do powierzchni próbki. Taka geometria jest zgodna z postrzeganiem człowieka. Oświetlenie dookólne (wielokierunkowe) stosowane jest w przypadku nierównych powierzchni. Ale odbłask od powierzchni wykazujących połysk sprawia, że są dla ludzkiego oka jaśniejsze, a kolory mniej nasycone. Aby ograniczyć wpływ tego zjawiska stosuje się aparaty o geometrii sferycznej (np. d/0), które oświetlają powierzchnię obiektu światłem rozproszonym dyfuzyjnie w białej kuli (tzw. kula Ulbrichta), a pomiar odbywa się pod kątem nie większym niż 10° (d/10). W ustawieniu SPIN (ang. *specular included* – komponent odbicia zwierciadlanego załączony) różnice w połysku lub strukturze powierzchni obiektów nie wpływają na różnice odczytu barwy. Tej geometrii należy używać w przypadku weryfikacji powtarzalności zabarwienia próbki, gdyż mierzone jest całe światło odbite. W konfiguracji SPEX (ang. *specular excluded* – komponent odbicia zwierciadlanego wyłączony) jest symulowana geometria 45/0. Ta geometria pozwoli zidentyfikować różnice między próbkami różniącymi się wizualnie połyskiem. Należy podkreślić, że porównywalne są wyłącznie pomiary, które zostały wykonane w tych samych warunkach (w tej samej geometrii). Brak pełnej identyfikacji w opisach metod badawczych wymaganych w publikacjach może być źródłem na przykład błędnych wniosków na etapie dyskusji wyników.

Większość spektrofotometrów wykorzystywanych do pomiarów barwy umożliwia pomiar w świetle odbitym, przez otwory o różnej średnicy (od kilku do dwudziestu kilku milimetrów). Im większy jest otwór pomiarowy, tym wynik zależy od niejednorodności powierzchni. W przypadku pomiarów wykonywanych w świetle przechodzącym przez próbki płynne lub sypkie niezbędne jest określenie w metodyce rodzaju kuwety.

Uzyskanie zgodnego ze stanem faktycznym wyniku opisującego barwę wymaga odpowiedniego przygotowania metodycznego [AMSA 2012]. W szczególności należy uwzględnić następujące uwagi:

- zapewnić kalibrację przyrządu i stabilne warunki pracy (temperatura),
- zapewnić płaską powierzchnię próbki,
- niejednorodna struktura warstw podpowierzchniowych zakłóca pomiar na skutek zróżnicowanego rozpraszania światła,
- wielkość otworu pomiarowego należy dopasować do wielkości próbki,
- zapewnić odpowiednią grubość próbki, aby uniknąć oddziaływania pozostałych (wolnych) powierzchni próbki i podłoża,
- opis powinien uwzględniać rodzaj przegrody ograniczającej (zabezpieczającej) mierzoną powierzchnię próbki (np. folia),
- struktura barwników zmienia się w zależności od temperatury (niezbędne jest podanie temperatury pomiaru),

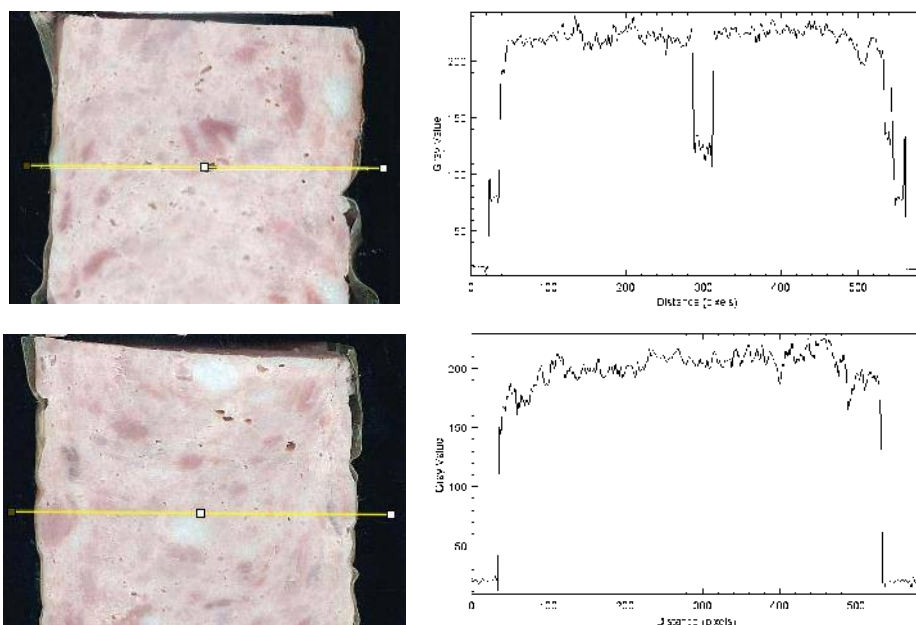
- barwa próbki może dość szybko zmieniać się na skutek oddziaływania światła z otoczenia i utleniania,
- zawartość wody w próbce wpływa na jasność barwy,
- opis powinien uwzględniać skład chemiczny próbki,
- liczba niezbędnych powtórzeń pomiaru powinna być określona metodami statystycznymi,
- opis metody wymaga szczegółowego opisanie warunków pomiaru.

ANALIZA OBRAZÓW ŻYWNOŚCI

Najbardziej zaawansowane technologicznie wykorzystanie barwy w technologii produkcji wyrobów mięsnych jest związane z przetwarzaniem obrazów. Dostępne duże moce obliczeniowe otwierają nowe możliwości w zakresie komputerowej analizy obrazów w przetwórstwie żywności. Techniki oparte na analizie obrazów i uczeniu maszynowym są często stosowane do rozpoznawania twarzy, wykrywania obiektów, wykrywania wad oraz w pojazdach autonomicznych [Amani i in. 2020].

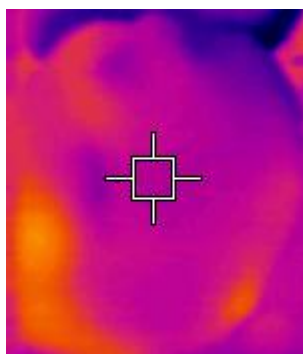
Opracowanie i doskonalenie algorytmów związanych z uczeniem maszyn i przetwarzaniem obrazów (np. do kontrolowania jakości żywności) jest coraz częściej spotykane w przetwórstwie mięsa [Taheri-Garavand i in. 2019]. Zależnie od sposobu akwizycji danych i wymagań dotyczących dostępności informacji stosuje się techniki online, m.in. do ciągłego monitorowania jakości żywności, przechwytywania i analizowania ciągłego strumienia obrazów, i offline, tj. działań opartych na wcześniej zarejestrowanych obrazach [Nolasco-Perez i in. 2019]. Metoda polega na przechwytywaniu kolorowych obrazów RGB (ang. *red, green, blue*) za pomocą kamer CCD (ang. *charged-coupled devices*). Przestrzeń kolorów RGB można przekonywać na przestrzeń kolorów niezależną od urządzenia, np. CIELab, aby wyodrębnić informacje analogiczne, jak w przypadku spektrofotometrów (kolorometrów). W tym przypadku niejaką trudność sprawia utrzymanie stałych warunków oświetleniowych podczas wykonywania obrazu [Jain i in. 2021].

Komputerowa analiza obrazu przekroju kiełbasy dostarcza danych umożliwiających łatwe kwantyfikowanie jakości, a ujęte w modele matematyczne umożliwiają automatyzację procesów technologicznych. Podstawowa analiza profilu jasności barwy (ryc. 1) ujawnia wady nierównomierności rozmieszczenia farszu, kształtu, jam powietrznych, przylegania osłonki itp



Ryc. 1. Przekrój kielbasy poddano analizie profilu jasności barwy [źródło: badania własne]

Następnym krokiem jest pozyskanie użytecznych i istotnych informacji z obrazu w oparciu o cechy związane z barwą, teksturą, kształtem, geometrią obiektu. Ogrom dostępnych danych wymaga dużych mocy obliczeniowych, wykorzystywanych przez zaawansowane algorytmy analityczne. W szczególności zastosowanie mają metody statystyczne, sieci neuronowe, techniki zgłębiania danych itp. Wybór odpowiedniego modelu odbywa się na podstawie liczby i rodzaju cech/zmiennych, a także wymaganej dokładności i czasu przetwarzania. Opracowany model powinien być wystarczająco sprawny, aby generować takie same wyniki, jak wtedy, kiedy jest stosowany w aplikacjach czasu rzeczywistego. Ponadto muszą uwzględniać czynniki zewnętrzne, takie jak warunki oświetleniowe, nieostrość i rozmycie obrazu, zniekształcenia obiektywu itp. Wymagany jest także odpowiedni interfejs uwzględniający potrzeby użytkownika końcowego. Analiza obrazów może dostarczać wielu cennych technologicznie informacji. Technika skanowania w podczerwieni, ze względu na intensywność oddziaływania energetycznego, umożliwia m.in. ocenę online przebiegu operacji, ujawniając gradienty temperatury (ryc. 2).



Ryc. 2. Termogram przekroju porcji mięsa bezpośrednio po obróbce technologicznej (sonikacji)
[źródło: badania własne]

Analiza obrazu może być stosowana w klasyfikacji tusz wołowych, ocenie tusz jagnięcych, czy tuszek drobiowych. Szczególnie interesująco zapowiada się system klasyfikacji szynek dojrzewających w zależności od stopnia marmurkowatości [Taheri-Garavand i in. 2019]. Podstawą dla tego modelu była skala oceny ustalona przez ekspertów. Do obróbki obrazu stosuje się wiele specjalistycznych funkcji uwzględniających kolor, teksturę, histogram, progowanie itp.

Dotychczasowe badania wskazują, że akwizycja obrazu na potrzeby badania jakości żywności narażona jest na wiele trudności. Niezbędne jest stosowanie kamer o wysokiej rozdzielczości i odpowiednie warunki oświetleniowe. Niska jakość obrazów (np. rozmycie, szumy) utrudnia ich obróbkę, wymagając wprowadzenia dodatkowych mocy obliczeniowych. Do predykcji jakości żywności wymagane są duże ilości danych, ponieważ zbyt mała liczba danych może dać niezadowalające wyniki. Nieliczne przypadki wykorzystania komercyjnego potwierdzają występowanie poważnych trudności aplikacyjnych tej metody [Boukar i in. 2019].

PODSUMOWANIE

Opis parametrów barwy i oświetlenia używanego przy produkcji żywności to dość złożony proces, ze względu na nieliniowy charakter wrażliwości oka ludzkiego na długość i natężenie fali elektromagnetycznej (światłnej). Naukowcy podejmują liczne próby opisu matematycznego zjawiska postrzegania barw w celu wykorzystania modeli w pomiarach instrumentalnych [Meenu i in. 2021]. Ogólnie przyjęte standardy publikowane są przez CIE oraz ISO, a obowiązujące w tym zakresie przepisy mają charakter wspólnotowy UE. Odnoszą się one zarówno do warunków oświetlenia w pomieszczeniach obiektów żywnościowych, jak i parametrów barwy w pomiarach jakości żywności. Wszystkie one koncentrują się na zapewnieniu określonej wartości natężenia i równomierności oświetlenia płaszczyzny roboczej, w zależności od rodzaju pracy, zapewnieniu odpowiedniej temperatury barwowej źródła światła i wysokiej wartości wskaźnika oddania barw, wyeliminowaniu wpływu

czynników zakłócających postrzeganie obiektów wykorzystywanych w pracy, a także stosowaniu opraw oświetleniowych zapewniających najwyższy poziom higieny produkcji żywności. Metody badania żywności opierające się na analizie barwy i obrazu mają charakter nieniszczący i nieinwazyjny, są łatwe w stosowaniu, dość tanie, łatwo dostępne, oszczędne pod względem zużycia materiałów i potrzeb energetycznych, zapewniają wysoką dokładność i precyzję. I o ile pomiar barwy nie nastrocza większych trudności realizacyjnych, to analiza obrazów wykonywana na potrzeby badania jakości żywności wciąż wymaga doskonalenia metodycznego (modelowania) ze względu na operowanie bardzo dużymi zbiorami danych.

PIŚMIENNICTWO

- Abdullah M.Z., Guan L.C., Lim K.C., Karim A.A., 2004. The applications of computer vision and tomographic radar imaging for assessing physical properties of food. *J. Food Eng.* 61, 125–135.
- Amani H., Badak-Kerti K., Mousavi Khaneghah, A., 2020. Current progress in the utilization of smartphone-based imaging for quality assessment of food products: a review. *Taylor & Francis* 62 (13), 3631–3643, <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1867820>
- AMSA, 2012. Meat Color Measurement Guidelines. Am. Meat Sci. Assoc. Champaign, IL, USA.
- Antonelli A., Cocchi M., Fava P., Foca G., Franchini G.C., Manzini D., Ulrici A., 2004. Automated evaluation of food colour by means of multivariate image analysis coupled to a wavelet-based classification algorithm. *Anal. Chim. Acta* 515, 3–13.
- Boukar O., Djaowe G., Ngatchou A., Bitjoka L., 2019. Food non-destructive quality evaluation using color image analysis system. *Int. J. Eng. Res. Adv. Technol.* 5 (8), 60–65, <https://doi.org/10.31695/IJERAT.2019.3560>
- CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), 1976. Recommendations on uniform color spaces-color difference equations, Psychometric Color Terms. Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15 (E-1.3.1.) 1978, 1971/(TC-1-3). Commission Internationale de l'Eclairage, Paris, France.
- CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), 2006. Colorimetry: Understanding the CIE system. CIE Central Bureau, Wiedeń.
- Codex Alimentarius*, 2020. General Principles of Food Hygiene CXC 1-1969 Adopted in 1969. Amended in 1999. Revised in 1997, 2003, 2020. Editorial corrections in 2011, <https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
- Crawford B.H., 1963. The colour rendering properties of illuminants: the application of psychophysical measurements to their evaluation. *Br. J. Appl. Phys.* 14, 319–328.
- Du C.J., Sun D.W., 2004. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends Food Sci. Technol.* 15, 230–249.
- El Barbri N., Halimi A., Rhofir, K., 2014. A nondestructive method based on an artificial vision for beef meat quality assessment. *Int. J. Innov. Res. Electr. Electron. Instrum. Control Eng.* 2, 2060–2063.

- Girolami A., Napolitano F., Faraone D., Braghieri A., 2013. Measurement of meat color using a computer vision system. *Meat Sci.* 93, 111–118, <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.08.010>
- Hashimoto K., Nayatani Y., 1994. Visual clarity and feeling of contrast. *Colour Res. Appl.* 19, 171–185.
- Hashimoto K., Yano T., Shimizu M., Nayatani Y., 2007. New method for specifying color rendering properties of light sources based on feeling of contrast. *Color Res. Appl.* 32 (5), 361–371, <http://dx.doi.org/10.1002/col.20338>
- Hunt R.W.G., 1982. A model of colour vision for predicting colour appearance. *Color Res. Appl.* 7, 95–112.
- <https://www.lamps-on-line.com/colour-rendering-index> [dostęp: 10.03.2022 r.].
- https://www.xrite.com/pl-pl/service-support/understanding_illuminants [dostęp: 2.03.2022 r.]
- https://www.xrite.com/pl-pl/service-support/what_is_meant_by_the_term_observer_angle [dostęp: 12.03.2022 r.].
- <https://www.spozywczeznologie.pl/miesne-technologie/technologie-produkcji/221/kontrola-barwy-surowcow-i-produktow> [dostęp: 25.02.2022 r.].
- <https://www.portalspozywczy.pl/technologie/wiadomosci/oswietlenie-w-przemysle-spozywczym-ma-znaczenie,146592.html> [dostęp: 28.03.2022 r.].
- <https://www.kierunekspozywczy.pl/artykul,60478,specyfika-oswietlenia-hal-przemyslu-miesnego.html> [dostęp: 27.03.2022 r.].
- Jain A., Pradhan B.K., Mahapatra P., Ray S.S., Chakravarty S., Pal K., 2021. Development of a low-cost food color monitoring system. *Color Res. Appl.* 46 (2), 430–445, <https://doi.org/10.1002/COL.22577>
- Mancini R.A., Hunt M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Sci.* 71, 100–121.
- Meenu M., Kurade C., Chakravarthy Neelapu B., Kalra S., Ramaswamy H.S., Yu Y., 2021. A concise review on food quality assessment using digital image processing. *Trends Food Sci. Techn.* 118, Part A, 106–124, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.09.014>
- Nolasco-Perez I.M., Rocco L.A.C.M., Cruz-Tirado J.P., Pollonio M.A.R., Barbon S., Barbon A.P.A.C., Barbin D.F., 2019. Comparison of rapid techniques for classification of ground meat. *Biosyst. Eng.* 183, 151–159, <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.04.013>
- Ohno Y., Davis W., 2010. Rationale of color quality scale. *LEDs Magazine*, June.
- PN-EN 12464-1:2022-01. Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
- PN-EN 12665:2018-08. Światło i oświetlenie – Podstawowe terminy oraz kryteria określania wymagań dotyczących oświetlenia.
- Papadakis S.E., Abdul-Malek S., Kamdem R.E., Yam K.L., 2000. A versatile and inexpensive technique for measuring color of foods. *Food Technol.* 5 (12), 48–51.
- Rea M.S., 2010. Guide to light and colour in retail merchandising. *ASSIST Recommends* 8 (1), Lighting Research Centre.
- Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. w sprawie higieny środków spożywczych (Dz.U. L 139 z dnia 30.04.2004 r.).

- Rozporządzenie (WE) nr 853/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. ustanawiające szczególne przepisy dotyczące higieny w odniesieniu do żywności pochodzenia zwierzęcego (Dz.U. L 139 z dnia 30.04.2004 r.).
- UE 2015. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/2015 z dnia 11 marca 2019 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 w odniesieniu do etykietowania energetycznego źródeł światła oraz uchylające rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 874/2012, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A02019R2015-20210901&qid=1665361791559>
- Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.).
- Sharma G., Wu W., Dalal E. N., 2005. The CIEDE2000 Color-Difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Col. Res. Appl.* 30, 21–30, <https://doi.org/10.1002/col>
- Taheri-Garavand A., Fatahi S., Omid M., Makino Y., 2019. Meat quality evaluation based on computer vision technique: A review. *Meat Sci.* 156, 183–195, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.06.002>
- UE 2015. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/2015 z dnia 11 marca 2019 r. uzupełniające rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 w odniesieniu do etykietowania energetycznego źródeł światła oraz uchylające rozporządzenie delegowane Komisji (UE) nr 874/2012, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A02019R2015-20210901&qid=1665361791559>
- Vienot F., Mahler E., Ezrati J.-J., Boust C., Rambaud A., Bricoune A., 2008. Color appearance under LED illumination: the visual judgment of observers. *J. Light Vis. Environ.* 32, 208–213.
- Zheng C., Sun D.W., Zheng L., 2006. Recent developments and applications of image features for food quality evaluation and inspection – A review. *Trends Food Sci. Technol.* 17, 642–655.