

WPROWADZENIE – KONCEPCJA I CEL PRACY

Istnieją liczne definicje jakości, w zależności od punktu widzenia dyscypliny naukowej interpretującej to pojęcie (Kolman, 2009; Bielawa, 2011). W towaroznawstwie produktów spożywczych pojęcie jakości jest szeroko stosowane i odnosi się do produktu, producenta i do konsumenta żywności.

Pojęcie jakości żywności powinno być omawiane w sposób holistyczny i wielowymiarowy. W literaturze fachowej od lat toczy się dyskusja na temat składowych systemów oceny i zarządzania jakością procesów produkcji żywności oraz produktów żywnościowych. Powstały liczne modelowe koncepcje jakości żywności, które z różnym naciskiem omawiają to zagadnienie z perspektywy procesu powstawania produktu, jego cech i właściwości, ale także z perspektywy postrzegania produktu przez konsumenta (Verdú Jover, Lloréns Montes i Fuentes Fuentes, 2004; Peri, 2006; Giusti, Bignetti i Canella, 2008; Koster, 2009; Grunert, 2015). Współcześnie opracowywane modele jakości produktów żywnościowych, uwzględniające jakościowe i ilościowe dane technologiczne, coraz częściej charakteryzują się silnie prokonsumencką tendencją – określają czynniki związane z percepcją i oczekiwaniami konsumentów, które wpływają na decyzje wyboru i zakupu (Sijtsema, Linnemann, Gaasbeek, Dagevos i Jongen, 2002; Luning i Marcelis, 2007; Grunert, 2015). Giusti i in. (2008) zdefiniowali pojęcie „całkowitej jakości żywności” (ang. *Total Food Quality*), które oddaje złożony charakter jakości i zostało zdefiniowane poprzez szereg czynników określanych za pomocą szerokiego wachlarza technik i metod pomiarowych. W międzynarodowej literaturze wielu autorów zwraca jednoznacznie uwagę, że przyszłością badań nad kształtowaniem jakości żywności jest interdyscyplinarne i wielowymiarowe podejście, a co za tym idzie rozwój badań mających na celu standaryzowanie pomiarów właściwości produktów spożywczych, które wpływają na percepcję i zakup przez potencjalnych konsumentów. Zdecydowanie wskazują na rozwój metod zobiektywizowanych (takich jak metody instrumentalne oraz obiektywne pomiary cech sensorycznych z zastosowaniem metod projektowych i profilowych) oraz rozwój metod chemometrycznych przeznaczonych do analizy uzyskanych w ten sposób danych. Podkreśla się także rozwój metod wspomagających badania nad percepcją bodźców wśród konsumentów, takich jak pomiary reakcji

psychofizjologicznych na bodźce, pomiary okulograficzne i neuroobrazowanie mózgu, które mogą być przydatne we wskazaniu czynników decydujących o sposobie percepcji konsumenckiej z uwzględnieniem psychologicznych przesłanek postępowania konsumentów (Sijtsema i in., 2002; Verdú Jover i in., 2004; Verbeke, 2006; Giusti i in., 2008; Jaeger, Cardello i Schultz, 2013; Grunert, 2015).

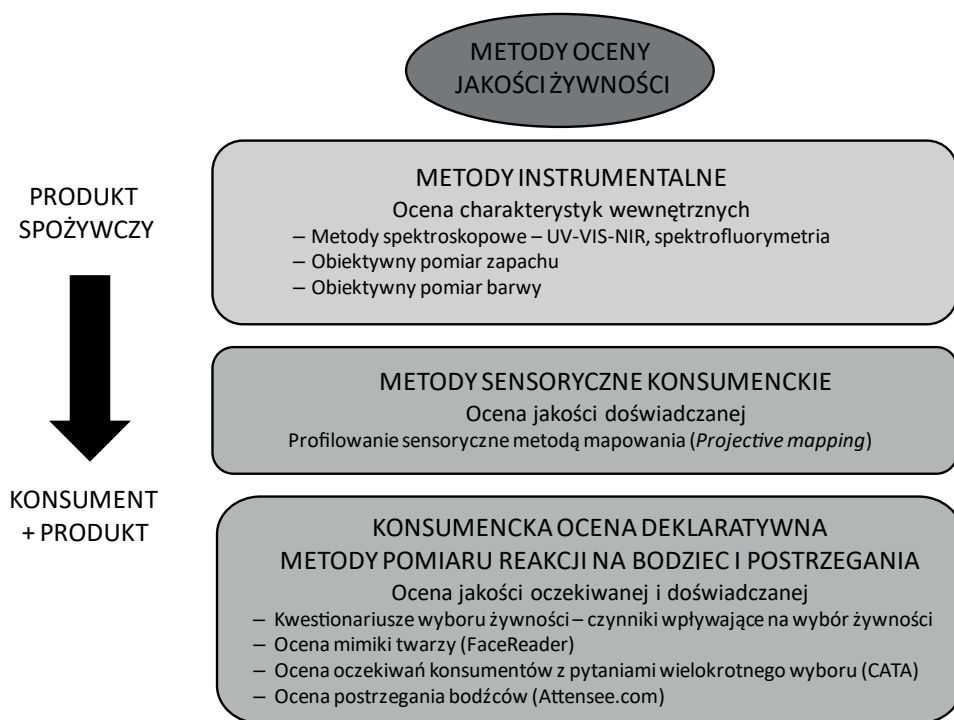
W polskiej literaturze nie ma jeszcze kompleksowego opracowania omawiającego interdyscyplinarne podejście do badań dotyczących metod oceny i kontroli jakości żywności. Niniejsza praca wpisuje się w nurt takich badań. Porusza problemy naukowe na pograniczu takich dyscyplin, jak: towaroznawstwo, marketing/badania konsumenckie, zarządzanie jakością czy psychologia konsumenta. Jest opracowaniem o charakterze doświadczalno-literaturowym.

Celem pracy była ocena jakości żywności – uwzględniająca cechy produktu i oczekiwania konsumenta – z interdyscyplinarnym wykorzystaniem metod fizykochemicznych, sensorycznych i konsumenckich. Aby osiągnąć ten cel, postawiono sobie cele szczegółowe:

1. Wybór metod badawczych stosowanych do wielokierunkowej oceny produktów oraz zaproponowanie odpowiednich metod analizy otrzymanych danych doświadczalnych.
2. Ocena charakterystyk fizykochemicznych i sensorycznych wybranych produktów żywnościowych z zastosowaniem metod instrumentalnych.
3. Ocena jakości oczekiwanej na podstawie postrzegania informacji zawartej na opakowaniach wybranych produktów spożywczych za pomocą symulatora eye-trackera i badań deklaracyjnych.
4. Przeprowadzenie badań oceny jakości doświadczanej dla wybranych produktów spożywczych za pomocą zaawansowanych metod oceny sensorycznej i pomiaru reakcji mimicznej konsumentów.

Do zrealizowania zasadniczych celów pracy wybrano kombinację zaawansowanych metod instrumentalnych oceniających jakość wewnętrzną produktu oraz metod wykorzystywanych w badaniach konsumenckich opartych na pomiarach poszerzonej jakości oczekiwanej i doświadczanej. Były to: metoda profilowania sensorycznego opartego na całościowej ocenie różnic cech między produktami, metoda oceny reakcji mimicznej podczas spożywania produktu oraz metoda oparta na symulowanym pomiarze okulograficznym za pomocą aplikacji z użyciem myszy komputerowej (Attensee.com) – rysunek 1.

Praca składa się z części zawierającej przegląd piśmiennictwa, części, w której przedstawiono wyniki badań własnych, oraz podsumowania. Przegląd piśmiennictwa to rozdziały I-III. W rozdziale I omówiono istotę jakości oraz zawarto szczegółowy opis wielowymiarowości jakości. W rozdziale II przedstawiono współcześnie funkcjonujące modele jakości produktów żywnościowych, które uszczegóławiają rolę konsumenta w procesie oceny jakości i zwracają uwagę na metody używane do tej oceny. Rozdział III rozwija temat wyboru i zastosowania instrumentalnych, sensorycznych i interdyscyplinarnych konsumenckich metod oceny jakości produktu,



Rysunek 1. Schemat postępowania doświadczonego i wykorzystania metod badawczych w ocenie jakości produktów spożywczych omówionych i wykorzystanych w rozprawie

a także krótko charakteryzuje nowe trendy w badaniach dotyczących projektowania żywności. W rozdziałach IV i V przedstawiono i omówiono wyniki badań własnych: w rozdziale IV – doświadczenia umożliwiające ocenę parametrów fizykochemicznych produktów spożywczych z zastosowaniem zaawansowanych instrumentalnych metod analizy jakości oraz zagadnień związanych z modelowaniem jakości żywności poprzez łączenie danych fizykochemicznych z badaniami sensorycznymi. Stanowi to wprowadzenie do rozdziału V, w którym omówiono wyniki badań własnych z zakresu zastosowania nowoczesnych metod oceny czynników decydujących o wyborze żywności i o opinii konsumentkiej związanej ze zmysłowym postrzeganiem produktów i informacji na ich temat. W badaniach wykorzystano nowoczesne techniki instrumentalne i metody sensoryczne oraz metody oceny postrzegania wrażeń zmysłowych przez konsumentów. Te ostatnie są nowymi, obiecującymi rozwiązaniami badawczymi, które będą się w najbliższym czasie rozwijać i stanowią wyzwanie naukowe dla towaroznawców i badaczy zachowań konsumentkich. Rozdział VI stanowi podsumowanie, w którym sformułowano wnioski wynikające z analizy danych literaturowych i empirycznych.

Część doświadczalna pracy powstała w Katedrze Technologii i Analizy Instrumentalnej Wydziału Towaroznawstwa Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu.

* * *

Pracę poświęcam pamięci śp. Profesora Jacka Koziola, który pokazał mi, że badania na temat jakości są podstawą w towaroznawstwie i – żeby miały sens – muszą być interdyscyplinarne i prowadzone na różnych płaszczyznach, oraz że jakość nigdy nie jest tania.

Szczególne podziękowania przekazuję Kasi Włodarskiej, Ewie Sikorskiej i Ani Gliszczyńskiej-Świgło za pomoc w realizacji badań, wielkie wsparcie merytoryczne i słowa mobilizacji. Bez nich nie byłabym w stanie przekuć swoich pomysłów w zrealizowane dzieło.

Dziękuję za wielką pomoc i wsparcie, z którym spotkałam się ze strony Koleżanek i Kolegów z Katedry Technologii i Analizy Instrumentalnej UEP.

Dziękuję Panu dr. Dawidowi Wienerowi z firmy Cogision Sp. z o.o. za współpracę i udostępnienie platformy Attensee.com oraz Panu prof. dr. hab. Bogdanowi Sojkinowi za udostępnienie programu FaceReader 3.0.

Dziękuję mojej Rodzinie: Maciejowi, Julce, Andrzejowi, którzy wierzyli, że dokończę to, co rozpoczęłam.



JAKOŚĆ ŻYWNOŚCI

2.1. Charakterystyka produktu żywnościowego poprzez atrybuty jakości

W literaturze dotyczącej charakterystyki jakości, głównie jakości projektowej, opisuje się produkty poprzez ich cechy, właściwości, własności, wymiary czy charakterystyki (Zalewski, 2008). W latach 60. XX wieku Lancaster (1966) zaproponował „nową teorię wyborów konsumenckich”, gdzie wskazał, że użyteczność produktu jest wypadkową charakterystyki konsumentów, ich wiedzy i oczekiwań w stosunku do produktu. Konsument kupuje produkt nie dla jego samego, ale dla jego cech użytkowych, charakteryzujących dany produkt, nazwanych atrybutami. Konsument otrzymuje użyteczność produktu, znając jego atrybuty. Rewolucyjny model wyborów dyskretnych, w którym pod uwagę wzięto nie tylko twarde dane ilościowe, ale również jakościowe i dane związane z psychologią odbiorców (konsumentów), otworzył szerszą perspektywę w naukach ekonomicznych i zwrócił się w stronę konsumenta (Canavari i Nyaga, 2009).

Attributus (od łacińskiego *attribuere* – dodać, przypisać, naznaczyć (Kopaliński, 1988)) oznacza cechę, przymiot, istotną właściwość. W filozofii opisuje się tak nieodłączną, podstawową cechę przedmiotu czy zjawiska, w sztuce określa godło, symbol funkcji czy znak rozpoznawczy bohatera. Zgodnie z definicją, termin ten może być stosowany zamiennie z cechą produktu i tak interpretowany. Pojawiają się jednak trudności z interpretacją tego pojęcia, gdyż perspektywa spojrzenia na produkt może być różna, podobnie jak w przypadku definiowania jakości (patrz rozdział I). W publikacjach ekonomicznych czy dotyczących jakości definiowanie pojęcia atrybutu jest wieloznaczne.

W koncepcji *spirali jakości* Jurana (1989) jakość charakteryzuje się poprzez wyróżniki, cechy produktów. W jednym z podejść spotykanych w literaturze pojęcie atrybutu interpretuje się, odnosząc się właściwie tylko do produktu fizycznego; w tym podejściu atrybut opisuje cechy produktu (Bazarnik, Grabiński, Kąciak, Mynarski i Sagan, 1992; Sojkin, 2003). Na charakterystykę produktu składają się cechy,

właściwości i własności. Cechy to charakterystyki zewnętrzne produktu poznawane za pomocą zmysłów (wygląd, kształt, zapach, barwa). Właściwości związane są z użytkowaniem produktu (niezawodność, sprężystość, wytrzymałość). Własności natomiast pozwalają odróżnić jedne produkty od innych konkurencyjnych (nowoczesność, stabilność, selektywność). Taka koncepcja pojmowania atrybutów produktów została poddana szerokiej dyskusji przez Wanata (2010), który z punktu widzenia marketingowca odniósł się w rozważaniach do koncepcji poziomów produktu Theodora Levitta (omawianej niżej). Poza kryterium relacji z produktem fizycznym, Wanat (2010) wskazuje inne kryteria służące wyróżnieniu klas atrybutów, a mianowicie sposób uzyskania informacji o atrybucie produktu, poziom agregacji informacji o atrybucie, charakter użyteczności atrybutu oraz zakres podobieństwa między atrybutami. Takie dane dyskretne uzyskuje się z innych źródeł, niezwiązanych bezpośrednio z produktem, ale zdecydowanie związanych z psychiką konsumenta. Reakcja konsumenta na informację przypisaną produktowi może mieć charakter poznawczy, emocjonalny i behawioralny (Wanat, 2010).

Koncepcja poziomów produktu Levitta z końca lat 70. XX wieku ujmuje produkt na czterech różniących się między sobą poziomach, gdzie różnica między rdzeniem produktu, produktem rzeczywistym, poszerzonym i potencjalnym zwraca uwagę na obecność różnego typu atrybutów związanych z produktem, ale niekoniecznie fizycznych, które powodują jego percepcję przez określone grupy odbiorców (Levitt, 2006). Według Lefkoff-Hagius i Mason (1993) można wskazać trzy kategorie atrybutów, jak: charakterystyki odnoszące się do fizycznych właściwości produktu, korzyści odwołujące się do funkcji produktu oraz atrybuty związane z wizerunkiem produktu, które silnie łączą się z reakcją nabywców na produkt. Inspirując się koncepcją Levitta, Lin (2002) scharakteryzował produkty poprzez atrybuty abstrakcyjne i konkretne. Atrybuty konkretne obejmują charakterystyki namacalne (model produktu, cena), postrzegane jako obiektywne, natomiast atrybuty abstrakcyjne to charakterystyki, których nie można ująć w formie graficznej, wizualnej, a które odróżniają produkt od pozostałej oferty (marka, styl).

W literaturze można spotkać również opis produktu oparty na koncepcji atrybutów wewnętrznych i zewnętrznych istotnych dla konsumenta (Olson i Jacoby, 1972; Miyazaki, Grewal i Goodstein, 2005). Atrybutami wewnętrznymi są charakterystyki odnoszące się do produktu fizycznego, specyficzne dla każdego produktu i stanowiące jego część integralną, tj. smak, zapach, barwa, konsystencja, natomiast atrybuty zewnętrzne odnoszą się do produktu, nie wpływając na niego fizycznie. Atrybuty zewnętrzne nie są specyficzne dla danego produktu, na przykład cena, marka, reklama, gwarancja, metoda technologiczna wykorzystana do wytworzenia produktu. Z kolei Steenkamp i van Trijp (1996) oraz Grunert (2002) uwzględniają atrybuty wewnętrzne i zewnętrzne w ocenie jakości produktów żywnościowych oraz w ocenie postaw konsumentów wobec żywności.

Proponowane podejście, uwzględniające ocenę atrybutów wewnętrznych odnoszących się do fizycznych aspektów produktu oraz atrybutów zewnętrznych biorą-

cych pod uwagę oczekiwania konsumentów i kształtowanych przede wszystkim przez szeroko definiowane działania marketingowe, jest podstawą kompleksowej oceny jakości produktów żywnościowych i znajduje odzwierciedlenie w literaturze, gdzie prezentowane są liczne badania nad jakością żywności, w tym: owoców i soków (Olsen, Menichelli, Meyer i Næs, 2011; Lee, Lusk, Miroso i Oey, 2015; Włodarska, Pawlak-Lemańska, Górecki i Sikorska, 2016; Zhang i Vickers, 2014), wina (Verdú Jover i in., 2004), napojów izotonicznych (Loebnitz, Mueller Loose i Grunert, 2015), a także produktów ziemniaczanych i zbożowych (Anuntez, Ares, Gimenez i Jaeger, 2016; Loebnitz i in., 2015; Samotyja, 2015), nabiałowych (Ares, Gimenez i Gambaro, 2008) i mięsnych (Kostyra i in., 2016a i 2006b). Stanowi również istotny wkład w modelowanie jakości żywności.

W wypadku opisywania produktów spożywczych poprzez ich atrybuty, nie wszystkie prezentowane wyżej klasyfikacje można do nich odnieść bezpośrednio. Należy zauważyć, że klasyfikacja atrybutów w odniesieniu do żywności jest bardzo zorientowana na konsumenta. Ocena jakości żywności nie istnieje bez oceny konsumentkiej (Koster, 2009; Grzybowska-Brzezińska, 2013). Wierenga (1983) stwierdził, że atrybuty produktu żywnościowego to cechy, które spełniają potrzeby konsumentów, umieszczone w poszczególnych warstwach produktu. Produkt ma charakterystyki będące wskazówkami jakości, które konsument odbiera i interpretuje jako atrybuty produktu. Autor ten wskazał trzy grupy atrybutów:

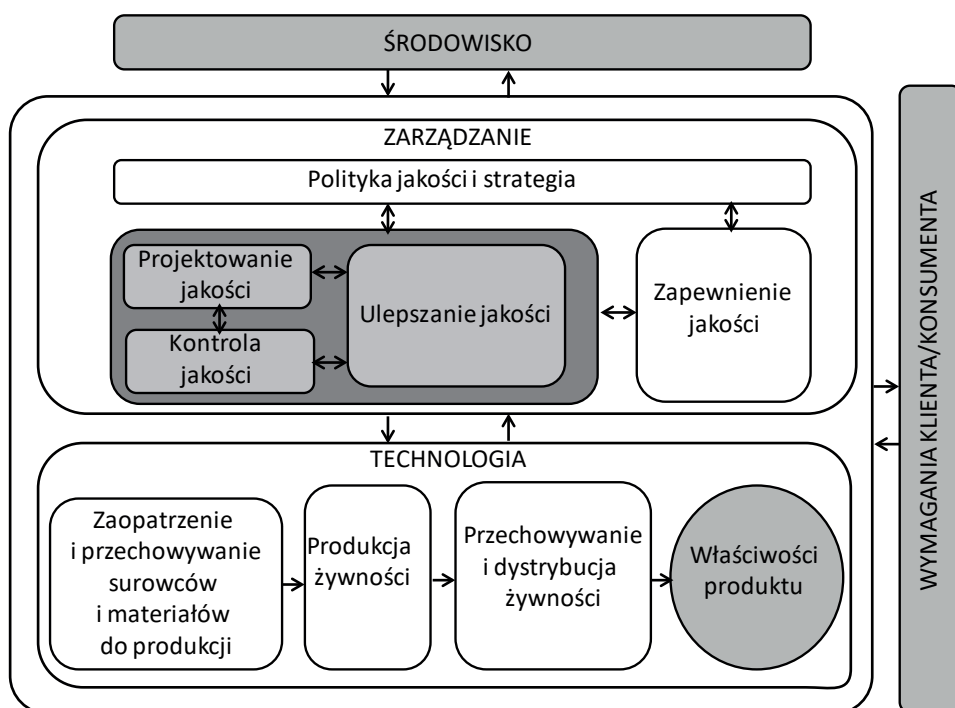
- atrybuty sensoryczne (hedoniczne) – odnoszą się do uczucia przyjemności z konsumpcji produktu, są związane z najbardziej wewnętrzną warstwą produktu (na przykład smak, zapach, kolor, tekstura),
- atrybuty instrumentalne (funkcjonalne) – odnoszą się do funkcjonalności produktu, rozumianej jako wpływ na organizm (na przykład zawartość składników odżywczych, obecność dodatków do żywności) oraz jako funkcjonalność użytkowania (na przykład rodzaj i wielkość opakowania, łatwość przygotowania, metoda utrwalania),
- atrybuty ekspresyjne (symboliczne) – są związane z najbardziej rozszerzoną koncepcją produktu, obejmują m.in. markę, reklamę, wzornictwo opakowania, cenę, miejsce sprzedaży.

2.2. Modele kształtowania jakości żywności

Globalizacja rynku spowodowała, że eksperci ds. żywności i żywienia, w tym towaroznawcy, uświadomili sobie, że pojęcie jakości żywności powinno być omawiane w sposób holistyczny i wielowymiarowy – zarówno z perspektywy procesu technologicznego i specyfikacji technicznej, jak i z położeniem nacisku na perspektywę konsumenta i psychologiczne aspekty jego postępowania (Grunert 2002; Verdú Jover i in., 2004, Peri, 2006; Luning i Marcelis, 2007, Giusti i in., 2008; Koster 2009).

Współczesne regulacje prawne określają wymagania dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności i zalecają wdrażanie konkretnych rozwiązań systemowych umożliwiających osiągnięcie tego celu. Propagowaniu globalnie jednolitych zasad bezpieczeństwa zdrowotnego żywności ma służyć Kodeks Żywnościowy FAO/WHO (Codex Alimentarius). Jest to dokument, na podstawie którego poszczególne kraje wspomagają się przy ustanawianiu swoich praw. Obligatoryjnymi systemami zapewnienia bezpieczeństwa zdrowotnego żywności są: dobra praktyka produkcyjna (GMP) i dobra praktyka higieniczna (GHP) oraz analiza zagrożeń i krytycznych punktów kontrolnych (HACCP).

W literaturze fachowej od lat toczy się dyskusja na temat składowych systemów oceny i zarządzania jakością procesów produkcji żywności czy samych produktów żywnościowych. W dalszym ciągu rozdziału omówiono wybrane modele kształtowania jakości żywności, które uwzględniają wielowymiarowe podejście do problemu, w tym szczególnie skupiają się na konsumenckim postrzeganiu jakości żywności i określają czynniki determinujące taką postawę. Jest to obecnie istotny kierunek rozwoju towaroznawstwa, będącego interdyscyplinarną nauką na styku technologii, inżynierii, ekonomii i nauk społecznych.

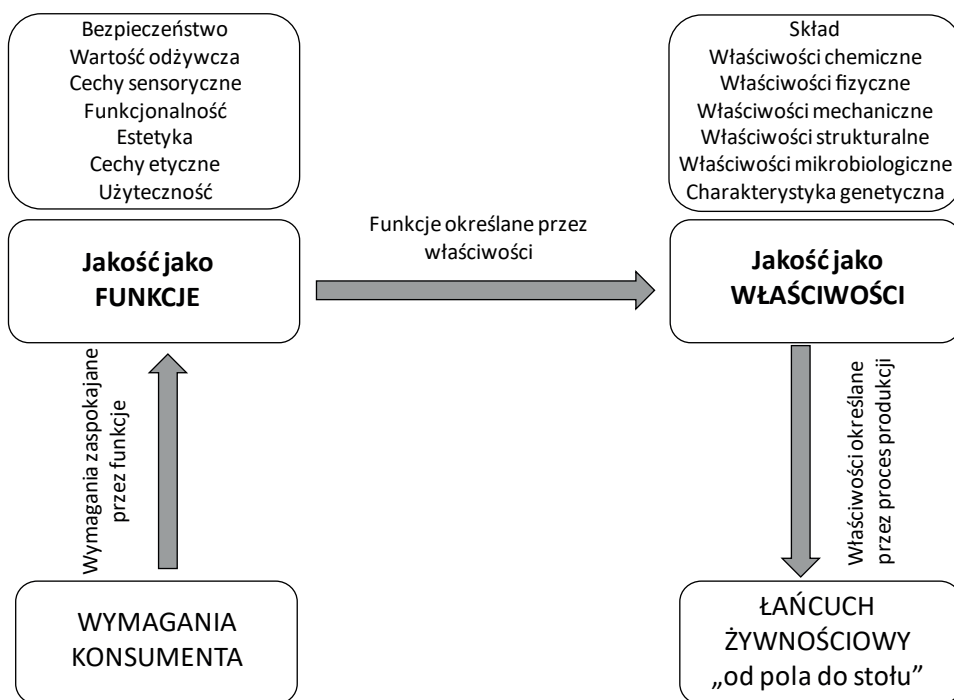


Rysunek 8. Funkcjonalny model zarządzania jakością żywności

Źródło: Luning i Marcelis, 2007.

Luning i Marcelis (2007) zaproponowali model zarządzania jakością żywności z punktu widzenia technologiczno-menedżerskiego, który miał na celu zwiększenie zakresu analizy strategicznej i kontroli jakości. Zwrócili uwagę, jak ważny jest wpływ czynnika technicznego oraz ludzkiego na podejmowane decyzje menedżerskie, a ich zmienność na końcową jakość żywności i co za tym idzie na zdrowie człowieka/konsumenta i środowisko. Na rysunku 8 przedstawiono model funkcjonalny zarządzania jakością żywności (ang. *food quality management*, FQM).

Dynamiczny model jakości żywności (Peri, 2006) zakłada, że produkt spożywczy posiada funkcje, które są określone przez jego właściwości (rysunek 9). Właściwości są obiektywnymi cechami, są niezależne od obserwatora/użytkownika i determinowane przez skład surowców, warunki procesu produkcji. Funkcje są cechami subiektywnymi, odnoszą się do produktu i istnieją w interakcji między konsumentem a produktem. Funkcje stanowią główny przedmiot zainteresowania konsumenta, a z punktu widzenia producenta istotna jest kontrola właściwości i określenie związku między funkcjami i właściwościami produktów. Odpowiednie kształtowanie właściwości produktów pozwala uzyskać pożądane przez konsumentów cechy funkcjonalne. Ten model jest rozwinięciem analitycznego modelu jakości żywności (Peri, Lavelli i Mariani, 2004), który dzielił wymagania w stosunku do produk-



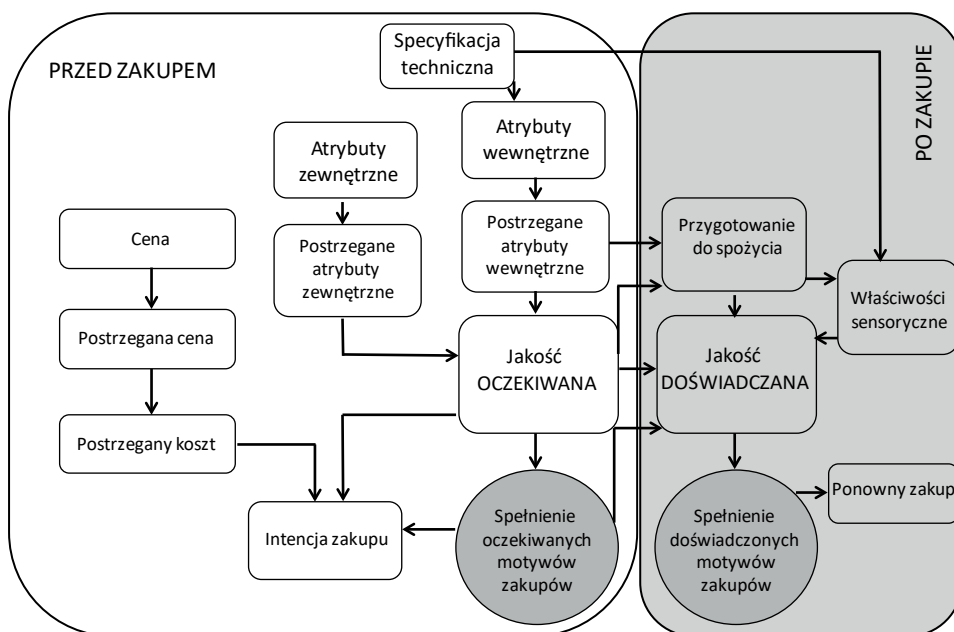
Rysunek 9. Dynamiczny model jakości żywności

Źródło: opracowano na podstawie: Peri, 2006.

tu na wymagania w stosunku do *Homo endes* (konsumentów) i *Homo oeconomicus* (producentów).

Jakość produktu ma charakter wielowymiarowy, a produkt może być opisany uniwersalnym zestawem atrybutów. W określeniu jakości produktu żywnościowego wyodrębnić można cztery wymiary: hedoniczny, zdrowotny, procesowy oraz związany z wygodą (Grunert, Bech-Larsen i Bredahl, 2000). Jakość hedoniczna odnosi się do przyjemności z konsumpcji opartej na właściwościach sensorycznych, przede wszystkim smaku, zapachu, wyglądzie produktu. Jakość zdrowotna dotyczy wpływu produktu na zdrowie konsumenta. Na wymiar jakości związany z wygodą składają się kwestie związane z procesami zakupu, przechowywania, przygotowania i konsumpcji produktu. Wymiar procesowy jest związany z charakterystyką procesu produkcyjnego i odnosi się wprost do pozostałych wymiarów jakości.

Według teorii ekonomiki informacji wyróżnia się jakość poszukiwaną (oczekiwaną), jakość doświadczaną oraz jakość opartą na zaufaniu (Grunert i in., 2000). Jakość poszukiwana kształtuje się na podstawie oczekiwań wobec produktu na podstawie informacji dostępnej w momencie zakupu (Olson i Jacoby, 1972) oraz wcześniejszych doświadczeń (Grunert i in., 2000). Jakość doświadczana kształtowana jest w trakcie konsumpcji, natomiast jakość oparta na zaufaniu nie jest możliwa do weryfikacji ani podczas zakupu, ani podczas konsumpcji, oparta jest przede wszystkim na wiarygodności informacji o produkcie. Grunert (2002) zaproponował model



Rysunek 10. Model jakości żywności (TFQM) według Grunerta

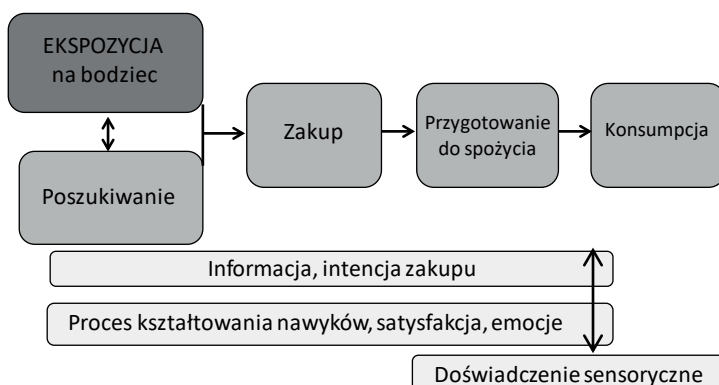
Źródło: opracowano na podstawie: Grunert, 2002.

jakości żywności (ang. *The Total Food Quality Model*, TFQM), w którym kluczową rolę odgrywa konsument, ponieważ rozróżnia ocenę jakości produktu spożywczego przed dokonaniem zakupu oraz po zakupie, zgodnie z teorią ekonomiki informacji (rysunek 10).

Specyfika produktu żywnościowego ogranicza możliwości oceny jego jakości przed zakupem, stąd konsument kształtuje swoje oczekiwania na podstawie dostępnych wskazówek jakości (ang. *quality cues*) interpretowanych jako atrybuty produktu. Na jakość oczekiwaną produktu wpływają postrzegane przez konsumenta atrybuty wewnętrzne, czyli charakterystyki obiektywne wynikające ze specyfikacji produktu, tj. jego skład czy technologia produkcji, oraz postrzegane przez konsumenta atrybuty zewnętrzne, tj. cena, marka, opakowanie, reklama (Olson i Jacoby, 1972; Steenkamp i van Trijp, 1996; Grunert, 2002). Po dokonaniu zakupu, podczas przygotowania produktu do konsumpcji oraz podczas konsumpcji kształtowana jest jakość doświadczana. Na jakość doświadczaną wpływa przede wszystkim sam produkt charakteryzujący się określonym profilem sensorycznym, sposób przygotowania go do konsumpcji, ale również czynniki sytuacyjne, takie jak rodzaj produktu, wcześniejsze doświadczenia, czynniki psychofizyczne – pora dnia, nastrój konsumenta, stan zdrowia (Grunert, 2002). Relacja pomiędzy jakością oczekiwaną a doświadczaną determinuje satysfakcję konsumenta i prawdopodobieństwo ponownego zakupu. Dodatkowo prezentowany model zakłada, że jakość oczekiwana wraz z postrzeganym kosztem determinują intencje zakupowe (Bech, Grunert, Bredahl, Juhl i Poulsen, 2001).

Jakość oczekiwana i doświadczana produktu żywnościowego narzuca kolejny podział, na jakość obiektywną i subiektywną (Grunert, 2005). Jakość obiektywna odnosi się do właściwości fizycznych, jakość subiektywna do percepcji konsumenta. Subiektywna jakość produktu żywnościowego postrzegana przez konsumenta jest pojęciem abstrakcyjnym o wielowymiarowej naturze. Pilgrim (1957) wskazał trzy czynniki wpływające na percepcję produktów: fizjologię konsumenta, wrażenie będące rezultatem interakcji pomiędzy konsumentem i produktem, oraz indywidualną postawę konsumenta. Dodatkowo założenie tzw. filtru percepcyjnego oznacza, że niektóre bodźce/atrybuty są przez konsumenta ignorowane, a inne zapamiętywane (Wierenga, 1983).

Kompleksowy model percepcji produktów żywnościowych opracowany przez Sijtsemę i współautorów (2002) uwzględnia jednopoziomowo zarówno czynniki związane z konsumentem i produktem, jak i wpływ czynników środowiskowych oraz kontekst zakupu/konsumpcji. Rozwinięciem modelu percepcji i wcześniejszych modeli jakości żywności Grunerta (2002), jest mikrocykl życia produktu żywnościowego (Grunert, 2015) zobrazowany na rysunku 11. Wskazuje on jednoznacznie, że mówiąc o rozwoju tego typu produktów, należy interdyscyplinarnie i wielowymiarowo podejść do badań i aby uzyskiwać dane potrzebne to takiego podejścia, należy je pozyskiwać za pomocą metod analizy sensorycznej, chemicznej, analizy danych behawioralnych i procesu podejmowania decyzji (Jaeger i in., 2013; Verbeke,



Rysunek 11. Mikrocykl życia produktu żywnościowego

Źródło: opracowano na podstawie: Grunert, 2015.

2006). Ponadto uzyskane w wiarygodny i naukowy sposób dane dotyczące jakości produktów spożywczych generują u konsumentów wyższe oczekiwania w stosunku do tej żywności (Fernqvist i Ekelung, 2014).

Pojęcie „całkowitej jakości żywności sformułowane przez Giusti i współautorów (2008) także oddaje złożony jej charakter i zostało określone przez czynniki wymienione w tabeli 3. Wskazano tam także metody badawcze, za pomocą których można poddać je ocenie.

Przyjęta w latach 70. XX wieku definicja jakości artykułów spożywczych wg Szczuckiego (Kijowski i Sikora, 2003) to określenie stopnia zdrowotności, atrakcyjności sensorycznej i dyspozycyjności w konsumenckim i społecznym zakresie znaczeniowym. Stopień ten jest ograniczony jedynie możliwościami przewidzianymi dla surowców, technologii i ceny danych produktów. Jest to nadal poprawna definicja jakości żywności, jednak współczesne podejście do tego problemu w coraz większym stopniu jest zorientowane na zaspokojenie stwierdzonych i oczekiwanych potrzeb konsumenta (ang. *consumer-oriented quality*). Wcześniej także postulowano ten problem w aspekcie analizy wyborów konsumenckich (Pilgrim, 1957; Grunert, 2002; Koster, 2009; Gutkowska, Sajdakowska, Żakowska-Biemans, Kowalczyk, Kozłowska i Olewnik-Mikołajewska, 2012; Kaya, 2016). Zwrócenie uwagi na konsumencki czynnik psychologiczny (tabela 3), związany z zachowaniem konsumentów, ich środowiskiem i kondycją psychofizyczną, wydaje się także istotny z punktu widzenia niniejszej rozprawy na temat doboru metod oceny jakości żywności. Ponadto dostępne technologie obróbki i pomiaru surowców oraz oceny postaw i reakcji konsumentów na bodziec spożywczy rozwijają się w szybkim tempie i przy wyższym obecnie stopniu zaawansowania można uzyskać zdecydowanie więcej interesujących i dyskretnych danych niż w latach 70. XX wieku. Określenie zależności między obiektywnymi parametrami a jakością postrzeganą stanowi podstawę optymalizacji jakości produktu opartej na uwzględnieniu w procesie technologicz-

nym i projektowym opinii konsumenta o produkcie, jego oczekiwaniach oraz percepcji. Złożony charakter produktu żywnościowego oraz mnogość czynników determinujących jego jakość postrzeganą przez konsumenta jest dużym wyzwaniem dla badaczy i naukowców zajmujących się rozwojem produktu i skłania do poszukiwania nowych metod badawczych, które wskazałyby jak najwięcej danych dotyczących kategorii, którymi kieruje się konsument przy wyborze i ocenie jakości żywności.

Tabela 3. Czynniki definiujące całkowitą jakość żywności oraz metody ich oceny

Czynnik	Opis	Metody oceny
Atrybuty sensoryczne i organoleptyczne	barwa, tekstura, struktura, smak, wygląd, zapach	panele sensoryczne, obiektywne pomiary cech fizykochemicznych kształtujących cechy organoleptyczne (elektroniczny nos, elektroniczny język)
Bezpieczeństwo	obecność substancji toksycznych, zanieczyszczeń biochemicznych (mykotoksyn, patogenów, toksycznych mikroorganizmów), fizycznych, chemicznych i technologicznych, w tym substancji nieodżywczych dodawanych w trakcie produkcji	analiza chemiczna, mikrobiologiczna i biochemiczna, doświadczenia na zwierzętach
Wartość zdrowotna i odżywcza	wartość energetyczna składników, zawartość składników odżywczych i nieodżywczych w produkcie, substancji dodatkowych dodawanych w trakcie produkcji; zawartość, biodostępność, przyswajalność i sposób oddziaływania na organizm związków o właściwościach prozdrowotnych, takich jak: probiotyki, fruktooligosacharydy, związki polifenolowe, witaminy, bioaktywne białka, składniki mineralne i inne	analiza chemiczna i biochemiczna składu produktów, doświadczenia biologiczne
Właściwości funkcjonalne	łatwość użycia składników w celu ich przetworzenia, wielkość porcji	analiza fizyczna i chemiczna surowców produktów gotowych
Stabilność i użyteczność	odporność na zmiany i zniszczenia podczas obróbki, przechowywania, transportu, stabilność podczas przechowywania	analiza fizyczna, chemiczna i biochemiczna składników
Czynniki psychologiczne	wygoda i łatwość użycia, cena; psychoaktywny efekt: nowość, atrakcyjność/odraza, uzależnienie, wspomnienie, indywidualne podejście konsumenta do żywności	badania rynku, badanie reakcji zachowań na bodźce – wzrokowe, smakowe, reakcji fizjologicznych (np. EEG) i obrazowania mózgu (fMRI)

Źródło: opracowano na podstawie: Kijowski i Sikora, 2003; Giusti i in., 2008.

barwy stwierdzono między sokami E i J ($\Delta E = 11,54$), najniższą dla soków B i D ($\Delta E = 0,81$) dla pomiarów metodą kolorymetrii trójbodźcowej. Dla metody spektrofotometrycznej najwyższa różnica barwy dla soków D i E wynosiła $\Delta E = 3,13$, najniższa różnica wystąpiła dla soków B i G, gdzie $\Delta E = 0,61$. Najwyższa wartość różnicy barwy zmierzona metodą spektrofotometryczną była o rząd wielkości wyższa niż zmierzona metodą kolorymetrii trójbodźcowej. Wynika to prawdopodobnie z różnych sposobów pomiaru – pomiaru spektrofotometrycznego dokonano w świetle przechodzącym, taki pomiar jest zalecany dla próbek płynnych (Stinco i in., 2012).

Dla badanych soków oznaczono także barwę metodą sensoryczną z udziałem panelu eksperckiego. Oceniono jasność i ton prób za pomocą strukturowanej skali liniowej oceny podobieństw do wzorca (tabela A4).

Przeprowadzono analizę wariancji ($p < 0,05$) danych otrzymanych dla jasności i tonu uzyskanych za pomocą metod instrumentalnych i sensorycznych. Stwierdzono istotne zależności pomiędzy tonem wyznaczonym w obiektywnej analizie sensorycznej i tonem H° wyznaczonym metodą kolorymetrii trójbodźcowej ($R = 0,786$) oraz spektrofotometryczną ($R = 0,793$). Znaczący współczynnik korelacji Pearsona otrzymano również dla oceny jasności metodą sensoryczną i spektrofotometryczną ($R = 0,706$).

Stwierdzono, że ocena barwy za pomocą metod instrumentalnych charakteryzuje się wyższą dokładnością i szybkością w porównaniu z pomiarami sensorycznymi.

W ocenie barwy próbek mało zróżnicowanych, jakimi są soki jednego rodzaju, metody instrumentalne są bardziej czułe w porównaniu z metodą sensoryczną oceny różnic barwy i za ich pomocą można zarejestrować mniejsze różnice w barwie, które są trudne do zauważenia dla ludzkiego oka.

4.2. Instrumentalna analiza zapachu kaw mielonych za pomocą elektronicznego nosa

Kawa jako napar, ze względu na obecność kofeiny, ma działanie psychoaktywne, objawiające się pobudzeniem organizmu. Spośród innych pozytywnych oddziaływań na organizm człowieka można wyróżnić m.in.: wpływ na proces trawienia (źródło błonnika), działanie przeciwnowotworowe (źródło związków polifenolowych posiadających właściwości przeciwutleniające) oraz wysoką zawartość związków lotnych, które dają charakterystyczny aromat produktu (Jeszka-Skowron, Sentkowska, Pyrzyńska i Paz De Peña, 2016).

Celem doświadczenia było porównanie oceny instrumentalnej matrycy związków lotnych z sensoryczną oceną zapachu wybranych kaw mielonych.

Materiał badawczy do przeprowadzenia doświadczenia obiektywnego pomiaru zapachu stanowiło siedem marek kaw mielonych dostępnych w sklepach w latach, 2008-2009. Kawy zawierały w swoim składzie ziarna arabiki (łac. *Coffea arabica*)

i robusty (łac. *Coffea canephora*). Producenci nie deklarowali procentowej zawartości ziaren poszczególnych rodzajów kaw.

Analiza związków lotnych zawartych w kawach mielonych została przeprowadzona przy użyciu elektronicznego nosa firmy Perkin-Elmer (Norwalk), w skład którego wchodziły: automatyczny podajnik prób – Headspace Sampler HS 40 – oraz kwadrupolowy spektrometr mas TurboMass, za pomocą którego zarejestrowano widma masowe badanych próbek w zakresie 50-250 m/z. Przebieg analizy był kontrolowany przez oprogramowanie chemometryczne TMSOFT NT (HKR Sensorsysteme, Monachium). Próbkę kawy do analizy pobrano z trzech partii opakowań badanych kaw, wykonano 10 pomiarów dla każdej próbki w duplikacie. Próbkę kawy mielonej o masie 3 g zostały umieszczone w fiolkach, które szczelnie zamknięto kapslami z uszczelką (20 mm Crimp-Cap z Septa Butyl (gray) / PTFE firmy BGB Analytik AG). Zastosowanym gazem nośnym był hel.

Ocenę sensoryczną kaw wykonano zgodnie z udziałem panelu eksperckiego w zakresie oceny ogólnej, smaku, zapachu i barwy według wytycznych normy PN-93/A-76100 w porównaniu z wzorcem (kawa 1). Do analizy sensorycznej przygotowano napary kawy według wymogów normy PN-ISO 6668:1998. Skalę pięciopunktową stworzono na podstawie karty wzorcowej oceny naparów kawowych w normie PN-ISO 6668:1998 – kolejne punkty opisywały noty określające badane cechy (w Aneksie formularz A1). Wyniki oceny sensorycznej dla poszczególnych próbek otrzymano, obliczając współczynniki ważkości. Zostały one wyznaczone w sposób arbitralny w stosunku do odnośnika – kawy 1. Dla zapachu wartość współczynnika wynosiła 0,4, dla smaku – 0,2, dla smakowitości (kombinacji zapachu i smaku) – 0,4 (tej wartości nie uwzględniono w dalszych rozważaniach). Suma współczynników była równa 1. Dla poszczególnych cech obliczono wartości średnie i po ich zsumowaniu otrzymano ocenę ogólną dla każdej badanej kawy mielonej. Na podstawie wartości oceny ogólnej badanym kawom mielonym przypisano odpowiednie rangi, którymi było pięć klas jakości: 5 – jakość bardzo dobra, 4 – jakość dobra, 3 – jakość dostateczna, 2 – jakość niedostateczna, 1 – jakość zła. Otrzymane wyniki ocen sensorycznych przedstawiono w tabeli 12.

Na podstawie wartości oceny ogólnej najwyższą klasę jakości wśród badanych kaw mielonych reprezentowały kawy 3 i 6. Można je zakwalifikować do dobrej klasy jakości. Napar kawy 3 charakteryzował się intensywną, równomiernie brązową barwą, aromatycznym i zharmonizowanym smakiem i zapachem. Smak i zapach naparów kawy 3 i 6 były jednakowo intensywne i aromatyczne. Kawy 2 i 7 zakwalifikowane zostały do dostatecznej klasy jakości. Kawę 2 wyróżniał lekko gorzkawy posmak i bardzo ciemna barwa naparu. Kawę 7 odróżniała od pozostałych badanych naparów mało intensywna barwa i duża liczba opalizujących cętek, a jej zapach i smak określono jako niezharmonizowany. Obie kawy 4 i 5 otrzymały noty niedostateczne ze względu na zbyt kwaśny i drażniący smak i zapach.

W celu instrumentalnej oceny zapachu zarejestrowano widma masowe związków lotnych badanych próbek kaw za pomocą elektronicznego nosa. Otrzymane widma

Tabela 12. Dane doświadczalne sygnału związków lotnych uzyskane w wyniku pomiaru instrumentalnego za pomocą elektronicznego nosa oraz pomiaru sensorycznego zapachu, smaku i barwy naparów kaw

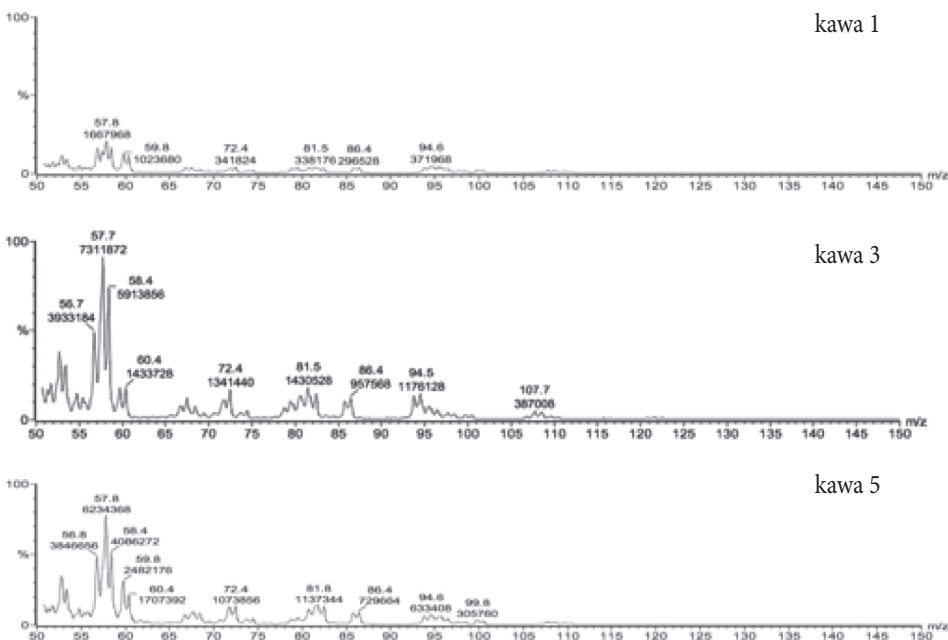
Kawa (nr próby)	Pomiar instrumentalny	Analiza sensoryczna		
	sygnał z elektro- nicznego nosa ($\times 10^6$)	ocena ogólna	zapach (współczynniki ważkości)	smak (współczynniki ważkości)
1	225	5,00	0,40	0,20
2	425	2,78	0,93	0,48
3	510	3,71	1,28	0,56
4	430	2,23	0,81	0,38
5	420	2,17	0,77	0,37
6	325	3,68	1,26	0,59
7	250	2,79	0,93	0,39

Ź r ó d ł o: opracowano na podstawie wyników przeprowadzonych badań.

masowe stanowiły widmo sumy wszystkich związków lotnych zawartych w próbce. Intensywność otrzymanego sygnału zależy od stężenia związków lotnych w próbce emitowanych w badanych warunkach pomiarowych i dla badanych próbek była zróżnicowana (tabela 12). Najsłabszą intensywnością sygnału charakteryzowała się kawa 1, a najwyższą kawa 3. Panel sensoryczny również wysoko ocenił intensywność zapachu kawy 3 i najwyżej jakość tej kawy.

Na rysunku 18 przedstawiono całkowite widma masowe związków lotnych uzyskane za pomocą elektronicznego nosa i zarejestrowane dla wybranych kaw różnej jakości – kawy 1 (odnośnik), kawy 3 (najlepsza) i kawy 5 (niedostateczna). Na ich podstawie wybrano do analizy dyskryminacyjnej jony o następujących masach (m/z): 98, 100, 107, 108, 109, 123. Jony te najlepiej różnicowały badane próbki kaw. Na podstawie danych literaturowych wybranym jonom przypisano pochodzenie od charakterystycznych dla aromatu kaw związków lotnych: 4-metyl-2(5H)-furanonu (jon 98 (m/z)), heksanalu i 2,3-pentanedionu (jon 100 (m/z)), 4-winyłguajakolu (jon 107 (m/z)), 2,6-dimetylopirazyny (jon 108 (m/z)) (Czerny, Mayer i Grosch, 1999; Lindinger i in., 2008).

Przeprowadzono analizę eksploracyjną zebranych danych metodą składowych głównych PCA. Analizę składowych głównych przeprowadzono na bazie otrzymanych danych sensorycznych oraz uzyskanych intensywności dla wybranych mas jonów z widma masowego. Uzyskane wyniki wskazały zróżnicowanie próbek. Składowe PC_1 i PC_2 opisywały zmienność danych w 98,4%; otrzymano trzy rozdzielne grupy prób. W pierwszej grupie znajdowały się kawy 4 i 6, w drugiej kawa 2, a w trzeciej grupie kawy 3, 5 i 7. Stwierdzono, że intensywność sygnału pochodzącego od jonu 107 m/z w największym stopniu różnicuje próbki. Zawartość 4-winyłguajakolu powoduje różnicowanie badanych kaw.



Rysunek 18. Całkowite widma masowe związków lotnych zarejestrowane dla kawy 1, 3 i 5

Źródło: Pawlak-Lemańska i Chmielewski, 2008.

Stosując analizę regresji składowych najmniejszych kwadratów (PLS1), określono zależność pomiędzy intensywnością sygnałów instrumentalnych a ocenami uzyskanymi w analizie sensorycznej. Współczynniki determinacji dla otrzymanych modeli kalibracyjnych wynosiły odpowiednio: dla zapachu $R^2 = 0,84$ (RMSE = 0,06, %RMSE = 5,12) oraz dla sumy wskazań dla zapachu i smaku (smakowitości) $R^2 = 0,85$ (RMSE = 0,05, %RMSE = 4,75). Uzyskane wyniki są zgodne z danymi literaturowymi, gdzie korelowano profile związków lotnych uzyskane metodą chromatografii gazowej ze spektrometrem mas jako detektorem z ocenami sensorycznymi dla naparów kawy typu *espresso* i wykonano próbę przewidywania pożądalności i profilowania zapachu (Lindinger i in., 2008).

Przewidywanie zapachu za pomocą elektronicznego nosa lub przyrządów sprzężonych typu chromatografu gazowego z analizatorem olfaktometrycznym (GC-O) jest już obecnie możliwe z dużą dokładnością w zależności od rodzaju badanego produktu (Bertrand i in., 2012; Lindinger i in., 2008; Bücking i Steinhart, 2002).

Wyniki uzyskane w omawianym doświadczeniu otrzymano w 2007 roku. Na owe czasy były to badania pionierskie. Badania predykcyjne zapachu oparte na analizie sensorycznej i instrumentalnej stanowią obecnie bardzo silny trend w chemii żywności (Lindinger i in., 2008; Borrás i in., 2015; Buratti i in., 2015).