

AUTOREFERAT

dr inż. Eliza Kostyra

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa

Warszawa, 2018

Spis treści:

1. Dane personalne i przebieg pracy zawodowej	3
1.1. Imię, nazwisko	3
1.2. Posiadane dyplomy (stopnie naukowe).....	3
1.3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	3
2. Osiągnięcie stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego	4
2.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
2.2. Publikacje prezentujące wyniki badań stanowiące osiągnięcie habilitacyjne.....	4
2.3. Omówienie celu naukowego prac i uzyskanych wyników wskazanego osiągnięcia.....	5
2.3.1. Wprowadzenie.....	5
2.3.2. Cel i hipotezy badawcze.....	7
2.3.3. Omówienie wyników prac	8
2.4. Podsumowanie cyklu publikacji.....	26
2.5. Wnioski	28
2.6. Cytowana literatura	29
3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych	32
3.1. Determinanty jakości sensorycznej różnych produktów żywnościowych.....	34
3.2. Edukacja sensoryczna oraz jej rola w percepcji i akceptacji produktów przez dzieci, młodzież oraz osoby dorosłe	37
3.3. Czynniki sensoryczne i niesensoryczne wpływające na wybór oraz konsumpcję produktów żywnościowych przez konsumentów.....	40
3.4. Aspekty realizacji badań sensorycznych, instrumentalnych oraz psychofizjologicznych w określaniu jakości wybranych produktów z uwzględnieniem substancji kształujących smakowość	42
4. Zestawienie wszystkich publikacji.....	45

1. Dane personalne i przebieg pracy zawodowej

1.1. Imię, nazwisko

Eliza Kostyra

1.2. Posiadane dyplomy (stopnie naukowe)

- **Doktor nauk rolniczych** (2003), dyscyplina: technologia żywności i żywienia, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Tytuł pracy doktorskiej: Interakcje dodatków aromatyzujących ze składnikami żywności i ich efekty sensoryczne (na przykładzie preparatów dymu wędzarniczego).
Promotor: prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna
Recenzenci: prof. dr hab. Henryk Kostyra
dr hab. Bolesław Kowalski, prof. nadzw. SGGW
- **Magister inżynier** (1995) kierunek: technologia żywności i żywienie człowieka w zakresie: żywienie człowieka, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.
Tytuł pracy: Wpływ suplementacji diety cynkiem na gospodarkę żelazem, miedzią i cynkiem u zwierząt laboratoryjnych
Promotor: prof. dr hab. Anna Brzozowska

1.3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

- od 2004 **Kierownik**, Pracownia Analizy Sensorycznej, Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- od 2004 **Adiunkt**, Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- od 2003 **Asystent**, Katedra Dietetyki i Żywności Funkcjonalnej, obecnie Katedra Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa, Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- 1998 - 2003 **Studia doktoranckie**, Wydział Technologii Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
- 1998 - 2003 **Asystent**, Zakład Jakości i Normalizacji, Instytut Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego
- 1996 - 1997 **Asystent**, Zakład Technologii Żywności, Instytut Żywności i Żywienia im. prof. dra med. Aleksandra Szczygła

2. Osiągnięcie stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego

2.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jest cykl czterech publikacji naukowych powiązanych tematycznie pt:

„Wykorzystanie metod statycznych i dynamicznych w badaniach sensorycznych wybranych produktów żywnościowych”

2.2. Publikacje prezentujące wyniki badań stanowiące osiągnięcie habilitacyjne

1. **Kostyra E.**, Wasiak-Zys G., Rambuszek M., Waszkiewicz-Robak B., 2016: Determining the sensory characteristics, associated emotions and degree of liking of the visual attributes of smoked ham. A multifaceted study, *LWT - Food Science and Technology*, 65, 246-253.
35 pkt. MNiSW; IF = 2,329; liczba cytowań = 4*
2. **Kostyra E.**, Rambuszek M., Waszkiewicz-Robak B., Laskowski W., Blicharski T., Poławska E., 2016: Consumer facial expression in relation to smoked ham with the use of face reading technology. The methodological aspects and informative value of research results, *Meat Science*, 119, 22-31.
35 pkt. MNiSW; IF = 3,126; liczba cytowań = 2
3. Baryłko-Pikielna N., **Kostyra E.**, 2007: Sensory interaction of umami substances with model food matrices and its hedonic effect, *Food Quality & Preference*, 18, 751-758.
24 pkt. MNiSW; IF = 1,796; liczba cytowań = 31
4. **Kostyra E.**, Baryłko-Pikielna N., Dąbrowska U., 2010: Relationship of pungency and leading flavour attributes in model food matrices – temporal aspects, *Food Quality & Preference*, 21, 197-206.
32 pkt. MNiSW; IF = 3,013; liczba cytowań = 6

Łącznie publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego stanowią **126** punktów MNiSW oraz IF **10,264** (z roku opublikowania). Kopie prac wraz z oświadczeniami współautorów informujących o wkładzie w powstanie publikacji umieszczono w załączniku 4.

**Web of Science*

2.3. Omówienie celu naukowego prac i uzyskanych wyników wskazanego osiągnięcia

2.3.1. Wprowadzenie

Unikalność analizy sensorycznej polega na ocenie jakości żywności za pomocą zmysłów. Definicja terminu analizy sensorycznej nawiązuje z jednej strony do pomiaru i interpretacji reakcji zmysłów człowieka w wyniku zetknięcia się z produktem, natomiast z drugiej odnosi się do warunków realizacji badań, wymagań dotyczących przeprowadzających je osób oraz stosowania metod adekwatnych do celu oceny. W odniesieniu do typologii ocen, wyróżnia się sensoryczne badania analityczne oraz sensoryczne badania konsumenckie, które różnią się od siebie między innymi charakterem uzyskanych wyników, rodzajem zespołu oceniającego uczestniczącego w badaniach, zadaniami stawianymi oceniającym, miejscem oraz warunkami realizacji ocen. Warto zwrócić uwagę, że w obydwu typach ocen, przedmiotem pomiaru jest produkt. W przypadku badań analitycznych dokonywana jest charakterystyka sensoryczna produktów w kategoriach obiektywnych, natomiast w badaniach konsumenckich uwaga skierowana jest na reakcje konsumentów względem produktów i ocenę ich jakości w wymiarze afektywnym (hedonicznym). Przedstawiony podział, w zależności od typu ocen oraz sformułowanego celu badawczego, obliuguje również do wykorzystywania odpowiednich metod. W tym względzie typologia metod sensorycznych nawiązuje do różnych kryteriów podziału, odnoszących się między innymi do uwzględnienia czasu jako parametru oceny. W rezultacie wyróżnia się metody statyczne, oparte na pomiarze punktowym (np. metody skalowania, metody analizy opisowej) oraz metody dynamiczne, pozwalające na ocenę w czasie wybranych atrybutów jakościowych (np. Time-Intensity, Time-Related-Profiling, Temporal Dominance of Sensations¹).

Aspekt pomiaru wrażeń w czasie jest bardzo istotny w badaniach związanych z oceną jakości sensorycznej produktów żywnościowych. Percepcja wrażeń sensorycznych w jamie ustnej jest procesem dynamicznym, zależnym od rodzaju produktu i jego konsystencji (stałe versus płynne) oraz związanym z przygotowaniem próbki do spożycia (rozdrabnianie, mieszanie ze śliną i uwalnianie substancji sensorycznie aktywnych). Biorąc powyższy fakt pod uwagę, odbiór wrażeń pod wpływem konsumpcji produktu będzie zmieniał się w czasie i warunkował percepcję w kategoriach ilościowo-jakościowych oraz hedonicznych, determinując ocenę smakowitości produktu. W literaturze podkreśla się, że smakowitość

¹ Angielskie terminy metod nie mają oficjalnych odpowiedników w języku polskim. W związku z tym w autoreferacie posłużono się anglojęzycznymi nazwami metod.

stanowi jeden z najbardziej multisensorycznych (ang. multisensory) aspektów codziennego doświadczania będącego wynikiem konsumpcji produktów żywnościowych. Jest to związane z faktem, że percepcja smakowitości łączy w sobie różne bodźce: zapachowe, smakowe, związane z konsystencją i odczuciami somestetycznymi, ale także odnoszące się do cech akustycznych oraz wizualnych, które determinują akceptację produktów. Znaczenie pomiaru wrażeń w czasie jest nie tylko istotne ze względu na określenie intensywności kluczowych atrybutów smakowitości pod wpływem dynamicznych procesów zachodzących w jamie ustnej. Odgrywa on również zasadniczą rolę w pomiarze emocji w stosunku do smakowitości produktów żywnościowych. W literaturze podkreśla się, że właściwości sensoryczne mogą wywoływać różne emocje i warunkować preferencje konsumentów. Głębsze skoncentrowanie uwagi na roli czasu w badaniach sensorycznych i konsumenckich pozwala skonkludować, że jest on istotny w różnych codziennych sytuacjach, na przykład procesach decyzyjnych związanych z zakupem produktów spożywczych, przygotowaniu posiłku w domu, a także ich konsumpcji. Biorąc powyższe aspekty pod uwagę, prowadzenie prac naukowych w różnych płaszczyznach tematycznych pozwalających określić znaczenie czasu w badaniach sensorycznych i konsumenckich z uwzględnieniem oczekiwań oraz postaw konsumentów jest w pełni uzasadnione, zarówno ze względów poznawczych, jak i aplikacyjnych.

W ostatniej dekadzie zauważyć można bardzo intensywny rozwój nowych metod sensorycznych i konsumenckich, które są zaliczane do tzw. Rapid Sensory Methods (np. Napping, Flash Profile, Check-All-That-Apply, Temporal Dominance of Sensations, Free Sorting). Poszerzają one spektrum dostępnych metod (zarówno opartych na pomiarze statycznym, jak również dynamicznym) oraz otwierają drogę do pomiarów, które wcześniej nie były możliwe. Z drugiej strony pojawiły się innowacyjne urządzenia oparte na nowych technologiach i specjalistycznych oprogramowaniach umożliwiające poznanie reakcji konsumentów w stosunku do produktów żywnościowych, w tym emocji mierzonych jako ekspresja mimiczna twarzy (FaceReader) oraz percepcji wizualnej za pomocą śledzenia ruchu gałek ocznych, czyli okulografii (Eye Tracking). Obydwie techniki (FaceReader i Eye Tracking) umożliwiają pomiar wrażeń w czasie, a więc uwzględniają aspekt dynamiczny percepcji, tak istotny w ocenie jakości sensorycznej produktów żywnościowych. Ma to ogromny potencjał badawczy odnoszący się do poznania oraz przeanalizowania czynników związanych z akceptacją konsumencką żywności.

W literaturze podkreśla się niezbędność realizacji badań naukowych z użyciem nowoczesnych metod oraz zaawansowanych technik pomiaru w celu opracowania wytycznych w zakresie optymalnego ich wykorzystania w pracach badawczych oraz praktyce

przemysłowej. Zwraca się uwagę również na zebranie wystarczających dowodów eksperymentalnych do opracowania zaleceń w kwestii zrozumienia procesów poznawczych związanych z oceną produktów, opracowania narzędzi do uzyskania powtarzalności wyników oraz identyfikacji ograniczeń nowych metodologii.

Badania sensoryczne i konsumencie z wykorzystaniem tradycyjnych oraz nowych metod mają pomóc w rozwiązywaniu różnych problemów związanych między innymi z optymalizacją jakości sensorycznej produktów żywnościowych. Doświadczenia w układach modelowych, mniej bądź bardziej złożonych, z dodatkiem różnych substancji sensorycznie aktywnych, warunkujących właściwości sensoryczne produktów, stanowią istotny element określenia interakcji w różnym zakresie: na poziomie fizykochemicznym, fizjologicznym i psychologicznym. Wymienione powyżej aspekty są szczególnie ważne w przypadku modyfikacji składu surowcowego produktów, wprowadzania nowych produktów na rynek (w tym prozdrowotnych) oraz z drugiej strony odgrywają zasadnicze znaczenie w rozwoju dziedziny analityki, jaką jest analiza sensoryczna.

2.3.2. Cel i hipotezy badawcze

Celem prezentowanego osiągnięcia naukowego jest ocena możliwości zastosowania wybranych metod statycznych oraz dynamicznych w badaniach sensorycznych z wykorzystaniem zarówno modelowych matryc, jak i przykładowych produktów żywnościowych o pełnym składzie recepturowym.

Cele szczegółowe:

1. Ocena możliwości zastosowania kompleksowego podejścia metodycznego, łączącego wykorzystanie innowacyjnych metod dynamicznych (z użyciem FaceReader i Eye Tracking) oraz tradycyjnych metod statycznych (metoda ilościowej analizy opisowej, metoda skalowania) do określenia charakterystyki sensorycznej produktów z uwzględnieniem relacji pomiędzy stopniem lubienia, rodzajem wywoływanych emocji oraz percepcją wizualną kluczowych cech produktów.
2. Identyfikacja rodzaju i poziomu emocji wywoływanych smakowitością produktów wraz z określeniem ich zmian w czasie oraz indywidualnych reakcji konsumentów z wykorzystaniem FaceReader.

3. Ocena przydatności metody kolejności (ang. Ranking test) do określenia zmian pożądalności w modelowych matrycach żywnościowych pod wpływem dodatku potencjatorów smaku (ang. umami substances, flavour enhancers).
4. Ocena przydatności zmodyfikowanej metody Time-Intensity do określenia zmian w intensywności kluczowych atrybutów smakowości w modelowych matrycach żywnościowych wywołujących wrażenie pieczenia.

Na podstawie wyżej wymienionych celów sformułowano następujące hipotezy badawcze:

1. Ocena sensoryczna produktów w kategoriach poznawczych (ilościowo-jakościowych) oraz afektywnych (hedonicznych) z uwzględnieniem reakcji emocjonalnych i percepcji wizualnej wymaga zastosowania kompleksowego podejścia metodycznego wykorzystującego zarówno tradycyjne metody statyczne, jak i innowacyjne metody dynamiczne.
2. Określenie aplikacyjności nowoczesnych metod badawczych wymaga przeprowadzenia gruntownej analizy danych eksperymentalnych z zakresu oceny rodzaju i poziomu emocji w czasie z uwzględnieniem zmian indywidualnych reakcji konsumentów w stosunku do produktów.
3. Zastosowanie metod statycznych i dynamicznych w badaniach sensorycznych modelowych matryc umożliwia weryfikację wielkości zmian w ich charakterystyce sensorycznej oraz określenie interakcji sensorycznych w zależności od badanych czynników zmienności w eksperymencie.

2.3.3. Omówienie wyników prac

2.3.3.1. Jakość sensoryczna produktów i jej wpływ na percepcję w kategoriach poznawczych, hedonicznych oraz emocjonalnych

Publikacje²:

I.B.1. Kostyra E., Wasiaak-Zys G., Rambuszek M., Waszkiewicz-Robak B., 2016: Determining the sensory characteristics, associated emotions and degree of liking of the visual attributes of smoked ham. A multifaceted study, LWT - Food Science and Technology, 65, 246-253.

35 pkt. MNiSW; IF = 2,329

² Publikacje powstały w ramach badań zrealizowanych w projekcie Biożywność – innowacyjne, funkcjonalne produkty pochodzenia zwierzęcego (POIG.01.01.02-14-090/09-00).

I.B.2. Kostyra E., Rambuszek M., Waszkiewicz-Robak B., Laskowski W., Blicharski T., Poławska E., 2016: Consumer facial expression in relation to smoked ham with the use of face reading technology. The methodological aspects and informative value of research results, *Meat Science*, 119, 22-31.
35 pkt. MNiSW; IF = 3,126

Charakterystyka sensoryczna produktów (szynek) z uwzględnieniem stopnia lubienia i rodzaju wywoływanych emocji oraz percepcji wizualnej kluczowych cech wyglądu zewnętrznego

W literaturze podkreśla się, że oczekiwania związane ze stopniem lubienia, jak również emocje, odgrywają istotną rolę w wyborze żywności przez konsumentów. Oczekiwania konsumentów odnoszą się do percepcji cech jakościowych, w tym atrybutów wewnętrznych (sensoryczne i fizyczne właściwości produktu) i zewnętrznych (cena, marka, opakowanie, informacje na etykiecie) - istotnych w procesach decyzyjnych zakupu wieprzowiny (Verbeke i wsp., 2005; Grunert, 2002; Morales i wsp., 2008). Według Bello Acebrón i Calvo Dopico (2000) wrażenia wizualne opierają się na postrzeganiu atrybutów zewnętrznych i dostarczają istotnych informacji, które mogą indukować oczekiwania jakościowe konsumentów względem produktów mięsnych. Podczas konsumpcji produktu, jego właściwości sensoryczne są doświadczane przez zmysły i następnie łącznie z oczekiwaniami zaangażowane w globalną ocenę jakości wyrobu (Lange, Issanchou i Combris, 2000).

Emocje wywoływane przez produkt spożywczy mogą być związane z jego właściwościami sensorycznymi i funkcjonalnością, wcześniejszymi doświadczeniami konsumentów oraz oczekiwaniami dotyczącymi efektów jego użytkowania (Schifferstein i Desmet, 2010). Podkreśla się, że emocje konsumentów mogą być oceniane przed, w trakcie i/lub po spożyciu produktu (King i Meiselman, 2010). Najodpowiedniejszym czasem pomiaru jest moment ekspozycji konsumenta na bodziec lub badania wykonane bezpośrednio po tym zdarzeniu, kiedy występuje reakcja na produkt.

Właściwości sensoryczne (smak, zapach, konsystencja, wygląd) oraz rodzaj żywności (produkty zbożowe, produkty mięsne, przekąski, zioła i przyprawy), natomiast z drugiej strony cechy indywidualne konsumenta (płeć, zwyczaje, znajomość żywności i nawyki) należą do czynników, które mogą wywoływać różne reakcje emocjonalne wobec produktów żywnościowych (Jiang, King i Prinyawiwatul, 2014). Produkty o różnych właściwościach sensorycznych generują odmienne reakcje emocjonalne wśród konsumentów. Najwięcej emocji wywołuje zapach i smak (41,9%), jakość żywności (23,3%) oraz wcześniejsze

doświadczenie związane z konsumpcją danego produktu lub przewidywane konsekwencje jego spożywania (14,6%) (Desmet i Schifferstein, 2008).

W przypadku produktów pochodzenia zwierzęcego, kryteria ich wyboru są szczególnie złożone i nacechowane emocjonalnie, w związku z tym ważne jest, aby dowiedzieć się więcej na temat ich walorów sensorycznych w kategoriach ilościowych, jakościowych, stopnia lubienia oraz emocjonalnych. Interesujące jest również określenie reakcji konsumentów w stosunku do zewnętrznych cech wizualnych produktu, które mają kluczowe znaczenie w momencie jego zakupu. W ostatnim dziesięcioleciu w tej dziedzinie wprowadzono nowe techniki pomiaru, takie jak FaceReader i Eye Tracking (King i Meiselman, 2010; Graham, Orquin i Visschers, 2012).

Biorąc pod uwagę powyższe aspekty, celem niniejszych badań było: 1) określenie podobieństw i różnic w charakterystyce sensorycznej szynek wędzonych; 2) określenie stopnia lubienia produktów przez konsumentów oraz zbadanie relacji pomiędzy jakością oczekiwaną i potwierdzoną sensorycznie (w kategoriach akceptacji) z uwzględnieniem emocji, przed konsumpcją oraz po konsumpcji produktów; 3) przeprowadzenie badań wstępnych pozwalających określić rodzaj oraz poziom emocji wśród konsumentów w odniesieniu do produktów stałych (szynek) przy użyciu FaceReader, z uwzględnieniem zmian w czasie i analizy indywidualnych reakcji emocjonalnych konsumentów; 4) zbadanie wizualnego postrzegania przez konsumentów wyglądu zewnętrznego wybranych szynek z wykorzystaniem Eye Tracking i porównania wyników z ocenami stopnia lubienia ich cech wizualnych. Badania miały charakter metodyczny, związany z możliwym wykorzystaniem urządzeń, takich jak FaceReader (FR) i Eye Tracking (ET) do określenia odpowiednio emocji oraz percepcji wizualnej konsumentów względem produktów mięsnych, na przykładzie szynek.

Materiał badany stanowiły szynki wędzone otrzymane z mięsa o zróżnicowanej jakości początkowej, ze względu na rasę zwierząt, Polska Biała Zwisloucha PBZ (R1) oraz mieszańców PBZ x Duroc (R2) oraz sposób żywienia. Zwierzęta żywiono paszą standardową ze stałym dodatkiem seleniu oraz zmienną ilością witaminy E w dawkach: 100 mg kg⁻¹ (D1) i 200 mg kg⁻¹ (D2) paszy. Próbką kontrolną (RK) została przygotowana z mięsa zwierząt, karmionych paszą z dodatkiem 2% oleju rzepakowego.

Do zrealizowania przedstawionych celów wykorzystano różne metody sensoryczne i konsumenckie, w tym statyczne oraz dynamiczne, biorąc pod uwagę wieloaspektowy wymiar badań. Szczegółową charakterystykę szynek określono z zastosowaniem ilościowej analizy opisowej (ang. Quantitative Descriptive Analysis), stosując procedurę analityczną

przedstawioną w normie ISO 13299:2010a. Wymieniona metoda wykorzystywana jest w sensorycznych badaniach analitycznych i stosowana często jako standard (metoda odniesienia) w stosunku do innych nowo opracowywanych metod sensorycznych w pracach badawczych. Zastosowanie metody umożliwiło uzyskanie profilu sensorycznego produktów obejmującego wiele atrybutów odnoszących się do wyglądu zewnętrznego, cech zapachu, tekstury oraz smaku i smakowości.

Z uwagi na aspekt metodyczny pracy w badaniach konsumenckich wzięła udział mniejsza liczba osób (30-40), które zadeklarowały regularne spożywanie produktów mięsnych, w tym szynki. Średni wiek respondentów wynosił 23 lat, a 70% uczestników stanowiły kobiety. Konsumenci brali udział we wszystkich rodzajach testów z zastosowaniem różnych metod. Do oceny stopnia lubienia i emocji przed spróbowaniem produktu oraz po jego konsumpcji wykorzystano metodę skalowania z zastosowaniem 9-stopniowej skali hedonicznej (ISO 4121:2010b), która jest najczęściej używaną klasyczną skalą w badaniach konsumenckich.

Nowatorskim podejściem metodycznym w niniejszej pracy było określenie rodzaju i poziomu emocji konsumentów, takich jak *zadowolony* (happy), *smutny* (sad), *zły* (angry), *zaskoczony* (surprised), *przeżaszony* (scared), *zdegustowany* (disgusted) i *neutralny* (neutral) w czasie trwania wrażenia w stosunku do danego produktu za pomocą FaceReader 4. Oprogramowanie umożliwiło pomiar wymienionych reakcji emocjonalnych w skali liczbowej od 0 do 1 (j.u., jednostki umowne) na podstawie analizy 491 punktów wyrazu mimiki twarzy każdej osoby uczestniczącej w testach. Badania realizowano w ciągu 30 sekund po połknięciu próbki szynki przez respondenta, celem wyeliminowania możliwych artefaktów wynikających z przeżuwania produktów (szynki) i pojawienia się przerywanych reakcji emocjonalnych. Czas pomiaru smakowości ustalono w badaniach wstępnych z wykorzystaniem klasycznej metody Time-Intensity, określając intensywność smaku słonego oraz smaku wędzonnego po konsumpcji produktu. Procedura pomiaru reakcji emocjonalnej konsumentów przy użyciu FaceReader była wystandaryzowana oraz filmowana za pomocą specjalistycznego oprogramowania Media Recorder (Noldus Information Technology, Wageningen, Holandia). Kamera do rejestracji wyrazu twarzy była skierowana na konsumenta oraz umieszczona bezpośrednio nad ekranem monitora komputera (nieco poniżej poziomu oczu uczestnika, zgodnie z wytycznymi określonymi w instrukcji producenta). Przed badaniami wybrano zalecany model „ogólny” analizy wyrazu twarzy. Rzeczywista odległość twarzy konsumenta od kamery wynosiła 50-60 cm. Wyeliminowano obecność cieni lub odbić, aby uzyskać wiarygodne wyniki ocen pomiaru reakcji emocjonalnych. Dodatkowo zastosowano dwie

lampy LED (które umieszczono po obu stronach monitora) do oświetlenia twarzy uczestników. W trakcie testu osoby siedziały oraz otrzymywały próbki określonej wielkości (grubość plastra 3 mm, wymiary 1,5 x 3,0 cm). Do statystycznej analizy wyników otrzymano zbiór złożony z 35 172 zapisów (rekordów), przedstawiających dane z pomiaru natężenia siedmiu rodzajów emocji wywołanych smakowitością produktów. Analizę wyników pogłębiono w oparciu o sieci neuronowe Kohonena do klasyfikacji zdarzeń (czyli stanów emocji) w kolejnych chwilach, od momentu połknięcia produktu przez konsumenta.

Autorskim rozwiązaniem w niniejszej pracy było również określenie percepcji wizualnej uczestników w stosunku do zdjęć produktów (szynek) za pomocą Eye Tracking (oprogramowanie SMI iView X E). Każde zdjęcie prezentowano na ekranie komputera przez 10.000 ms w trakcie realizacji pomiaru, który był poprzedzony procesem kalibracji wizualnej konsumenta. W badaniu mierzono czas i poziom skoncentrowania wzroku respondenta na cechach wyglądu zewnętrznego produktu. Analizowano sumę czasu trwania (ms) wszystkich fiksacji (zwykle określanych jako całkowity czas trwania fiksacji), które zostały obliczone dla całych obszarów prezentowanego zdjęcia produktu.

Procedura oceny pomiarów i postępowania w trakcie trwania testów z wykorzystaniem oprogramowania FaceReader oraz Eye Tracking została szczegółowo przedstawiona konsumentom przed przeprowadzeniem badań właściwych. W ramach eksperymentu opracowano standardowy sposób przygotowania oraz podania próbek do badań z wykorzystaniem różnych metod.

Charakterystyka ilościowo-jakościowa cech sensorycznych produktów

Na podstawie przeprowadzonej ilościowej analizy opisowej (metody profilowej) stwierdzono, że badane próbki szynek różniły się pod względem jakości sensorycznej i tworzyły dwa odrębne klastry. Zmienność ocenianych próbek była związana z barwą, kruchością, łatwością przeżuwania, miękkością oraz smakiem słonym. Stwierdzono, że szynki RK (próbka kontrolna), R1D1 i R2D2 tworzyły jeden klaster (grupę próbek), reprezentujących zbliżoną kruchość, łatwość przeżuwania, miękkość i słoność oraz różniły się od próbek R2D1 oraz R1D2, które skupiły się w pobliżu barwy, zapachu i smaku tłuszczowego oraz wrażenia włóknistości. Wyniki wykazały, że barwa oraz atrybuty tekstury były kluczowymi cechami determinującymi właściwości sensoryczne szynki. Ponadto intensywność niektórych wyróżników, np. smaku tłuszczowego, wędzankowego, mięsnego i smaku słonego wpływała na ogólną jakość sensoryczną badanych próbek.

W dostępnej literaturze tematu brakuje prac z zakresu oceny jakości sensorycznej szynek, natomiast znaleźć można badania, skupiające się na określeniu cech istotnych dla szynek wędzonych dojrzewających. Według badań Pham i wsp. (2008), szynki wędzone dojrzewające charakteryzujące się zapachem i smakiem słodkim, pikantnym, wędzonym, karmelowym i melasowym były bardziej akceptowane przez konsumentów. Natomiast negatywne odczucia konsumentów pojawiały się w przypadku zbyt wysokiej wyczuwalności między innymi zapachu i smaku jełkiego, wędzonym, fermentacyjnego, ziemistego, gorzkiego, smaku słonego oraz posmaku obcego. Dodatkowo dla konsumentów tego typu produktów istotne było obniżenie wrażenia twardości, suchości, włóknistości i trudności w przeżuwanie. Inne badania wykazały, że soczystość i niektóre atrybuty smakowości decydują o akceptacji szynek dojrzewających, podczas gdy zażółcenie tkanki tłuszczowej, wrażenie suchości i włóknistości wywierały negatywny wpływ na ocenę konsumentów (Ruiz i wsp., 2002).

Jakość oczekiwana i potwierdzona sensorycznie w kategoriach stopnia lubienia oraz odczuwanych emocji w stosunku do produktów

W literaturze podkreśla się, że jakość oczekiwana w kategoriach stopnia lubienia jest wynikiem wizualnego postrzegania atrybutów sensorycznych, podczas gdy jakość potwierdzona (doświadczona) stanowi efekt hedonicznej oceny produktu w momencie jego konsumpcji (Morales i wsp., 2013). W badaniach własnych zaobserwowano, że próbki szynek RK, R1D2, R2D2 reprezentowały zbliżony stopień lubienia przed spróbowaniem (jakość oczekiwana) i po spróbowaniu (jakość doświadczona). Natomiast w przypadku produktów R1D1 i R2D1 stwierdzono obniżenie stopnia lubienia ich smaku/smakowości po spróbowaniu. W odniesieniu do emocji, które zostały również określone przed i po konsumpcji produktu, wykazano niewielką tendencję do zwiększenia ich oceny po spróbowaniu próbek RK i R1D2. Zaobserwowano również obniżenie pozytywnej odpowiedzi emocjonalnej po spożyciu produktów R1D1 i R2D1. Poziom dyskonfirmacji (średnia różnica między spodziewanym i doświadczonym stopniem lubienia oraz emocjami przed i po konsumpcji produktu) był najwyższy dla próbek R1D1 i R2D1. Według niektórych danych literaturowych, oczekiwania są raczej stabilnymi strukturami poznawczymi, które utrzymują się pomimo dyskonfirmacji definiowanej jako występowanie „niedopasowania” między oceną oczekiwaną i doświadczoną produktu. Dyskonfirmacja może determinować percepcję produktu, kształtowanie postaw oraz przyszłe intencje zakupowe konsumentów (Cardello i Sawyer, 1992; Sabbe i wsp., 2009). Prawdopodobnie różnica pomiędzy stopniem

lubienia i emocjami przed oraz po konsumpcji produktów, w niniejszym badaniu, była spowodowana wyższymi oczekiwaniami konsumentów w odniesieniu do niektórych próbek. Nie wykazano różnic w stopniu lubienia szynek pod względem wyglądu zewnętrznego i tekstury, w przeciwieństwie do stopnia lubienia ich zapachu oraz smaku/smakowości. Produkty, które uzyskały niższą jakość potwierdzoną w kategoriach stopnia lubienia oraz emocji, otrzymały niższe oceny stopnia lubienia zapachu oraz smaku/smakowości, reprezentowały one nieco mniejsze natężenie zapachu/tłuszczowego (R1D1) oraz niższą intensywność zapachu/smaku wędzono-kowego i smaku słonego (R2D1) (różne rasy zwierząt/identyczny poziom witaminy E w paszy). Różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) pomiędzy badanymi produktami w atrybutach tekstury (uzyskanych z profilowania) nie wpłynęły na wyniki stopnia lubienia ich tekstury przez konsumentów. Sugeruje to, że wrażenia związane z teksturą (kruchość, soczystość, miękkość, przeżuwalność i włóknistość) pozostawały w konsonansie³ sensorycznym oraz nie wpływały negatywnie na postrzeganie produktów przez konsumentów.

Relacje pomiędzy stopniem lubienia oraz poziomem reakcji emocjonalnych konsumentów

Generalnie nie zaobserwowano zależności pomiędzy stopniem lubienia produktów i poziomem reakcji emocjonalnych konsumentów. Odnotowano tendencję do negatywnej korelacji pomiędzy emocją *zaskoczony* (surprised) a stopniem lubienia produktów, co mogło być wynikiem znacznie zmniejszonego stopnia lubienia zapachu, smaku/smakowości i ogólnego stopnia lubienia produktów. Biorąc pod uwagę różnice w indywidualnych reakcjach emocjonalnych poszczególnych konsumentów, wyniki uzyskane w niniejszym badaniu należy interpretować z ostrożnością. Danner i wsp. (2014) w badaniu reakcji emocjonalnych konsumentów w stosunku do soków pomarańczowych podzielili uczestników na dwie grupy. Jedna z nich obejmowała osoby wykazujące wyraźne reakcje mimiczne twarzy podczas próbowania soków (około 75% uczestników), natomiast druga grupa składała się z uczestników, którzy mieli „twarz pokerzysty”, wykazujących prawie zerową reakcję mimiczną (około 25%). Zdaniem tych badaczy brak pozytywnego wyrazu twarzy na bodźce akceptowane może być spowodowany dość słabym oddziaływaniem pozytywnych bodźców lub wynikiem koncentracji i analitycznego myślenia uczestnika, co w pewnym stopniu tłumi pozytywne emocje, a tym samym reakcje mimiczne.

³ Konsonans (ang. consonance) - zgodność jakościowa pojedynczych bodźców w tworzeniu zintegrowanego efektu, jakim jest kompleksowa smakowość (Baryłko-Pikielna i Matuszewska, 2009).

Rodzaj i poziom emocji wywoływanych smakowitością produktów, zmiany w czasie wrażeń oraz indywidualne reakcje konsumentów

Wyniki reakcji emocjonalnych mierzonych przy użyciu FaceReader wykazały, że próbki produktów wywoływały różne emocje wśród konsumentów. Na podstawie ogólnej analizy wyników stwierdzono, że poza reakcjami *neutralnymi* (poziom 0,58), najbardziej uwidoczniła się emocja identyfikowana jako *smutek* (0,22), a następnie pojawiły się reakcje związane z *przerażeniem* (0,13) i *zadowoleniem* (0,09). Pozostałe emocje, stanowiły raczej margines zaobserwowanych wrażeń wśród konsumentów. Stosunkowo duża ilość emocji o charakterze negatywnym z niewielkim zakresem reakcji pozytywnej (zadowolenia) mogła mieć związek z wyższymi oczekiwaniami konsumentów względem smakowitości produktów (Danner i wsp., 2014). W badaniu z użyciem FaceReader produkty niewywołujące w większości reakcji ani pozytywnych, ani negatywnych były identyfikowane z neutralnym, tzw. bazowym stanem emocjonalnym. Znaczący poziom tego typu reakcji reprezentował produkt R1D1, natomiast najniższe nasilenie emocji *neutralnej* odnotowano w wariancie RK. W zakresie typu wyrażanej emocji, jak i jej natężenia, badane produkty wyjaśniły tę zależność w umiarkowanym stopniu. Obliczony stosunek korelacyjny dla każdej emocji odzwierciedlający udział wariancji międzygrupowej w wariancji całkowitej wykazał, że jedynie emocja *zadowolenie* (happy) wyraźniej zależała od produktu, a w dalszej kolejności emocja identyfikowana jako *złość* (anger).

Stwierdzono, że próbka kontrolna wywoływała stosunkowo dużo wrażeń pozytywnych odnoszących się do *zadowolenia* (happy) oraz wykazywała względnie niskie poziomy emocji negatywnych. Zbliżonym profilem cechował się produkt R2D2 (wyrób z mięsa od zwierząt rasy mieszanej PBZ x Duroc z podwyższonym poziomem witaminy E), przy czym charakteryzował się on nieco mniejszym poziomem emocji identyfikowanej jako *zadowolenie* (happy) oraz *smutek* (sad), z jednocześnie wyższą ilością wrażeń sklasyfikowanych jako *przerażenie* (scared) w porównaniu do wariantu kontrolnego. Z kolei profil produktu R1D2 (wyrób z mięsa zwierząt rasy PBZ z podwyższonym poziomem witaminy E) uzyskał mało reakcji określonych jako *zadowolenie* oraz sporo odczuć o charakterze negatywnym (między innymi emocji odnoszących się do *smutku*).

Analiza wyników indywidualnych wykazała, że obserwowana ogólna zmienność emocji w grupie uczestników jest związana w znacznym stopniu ze zmiennością reakcji względem konkretnego produktu. Pewna mniejszościowa, ale niemarginalna część osób ujawniała dużą zmienność w zakresie emocji identyfikowanych jako *smutek* oraz *przerażenie*. Z drugiej strony wiele osób reprezentowało powściągliwość w wyrażaniu emocji, ale nie

brakowało też uczestników „żywiolowo” reagujących na smakowitość produktu (po jego konsumpcji). Pogłębiona analiza statystyczna wyników wykazała, że stopień objaśniania zmienności ogółu emocji był wysoki, biorąc pod uwagę czynnik osobowy. Miara korelacji przyjęła poziom przekraczający 0,5; zarówno w przypadku emocji określonych jako *smutek*, jak i *przerażenie* zbliżyła się do 0,9. W układzie wielorakim, czyli jednoczesnego wpływu produktu oraz cech utożsamianych z osobą, jest ona umiarkowanie wyższa, co dość mocno przekonuje, że „odbiór” konsumentki produktu był uwarunkowany indywidualnymi reakcjami. W literaturze podkreśla się, że emocje odnoszą się do subiektywnych wrażeń, a poszczególne osoby mogą różnić się pod względem reakcji emocjonalnych w odniesieniu do produktu. Dodatkowo, produkty wywołują częściej występowanie różnych emocji w tym samym czasie niż pojawienie się wyłącznie pojedynczego odczucia (Desmet i Schifferstein, 2008).

W niniejszej pracy zweryfikowano wpływ czasu podczas fazy realizacji badania na stany emocjonalne konsumentów. Nominalnym czasem obserwacji było 30 sekund, w trakcie którego liczba wyodrębnionych stanów reakcji emocjonalnej pojawiającej się na twarzy przekraczała 300. Wyróżniono w całym czasie obserwacji wrażeń trzy podokresy, które analizowano co 100 pomiarów. Okazało się, że wraz z upływem czasu od momentu połknięcia próbki produktu zmniejszeniu ulegało *zadowolenie*, natomiast zwiększał się poziom reakcji identyfikowanych jako *smutek*. Nie była to jednak reguła zbyt silna, ponieważ towarzyszył jej stosunek korelacyjny na poziomie od 0,03 (emocje związane ze *smutkiem*) do 0,18 (emocja odnosząca się do *zadowolenia*).

W następnym etapie analizy wyodrębniono pięć profili emocjonalnych konsumentów z zastosowaniem sieci neuronowych Kohonena do klasyfikacji stanów emocji w kolejnych chwilach od momentu połknięcia produktu. Charakterystyczną właściwością największego skupienia pierwszego (44% zarejestrowanych stanów emocjonalnych) była dominacja neutralności, tym samym duża powściągliwość w ujawnianiu emocji przez konsumentów. Drugie skupienie reprezentowało stosunkowo wysokie natężenie reakcji zaklasyfikowanych jako *smutek* (sad), natomiast bardzo wysoki poziom emocji związanych z *przerażeniem* (scared) odnotowano w trzecim skupieniu. Stwierdzono jednocześnie, że czwarte skupienie wykazywało umiarkowanie wysoką intensywność reakcji odnoszących się do *przerażenia*, a piąte skupienie cechowało się bardzo wysokim natężeniem emocji identyfikowanej jako *zadowolenie* (happy). Analiza przekrojowa uwzględniająca rodzaj produktu i przynależność zdarzenia emocjonalnego do skupienia wykazała, że wyraźnie więcej reakcji pozytywnych pojawiło się w przypadku produktu kontrolnego i R2D2.

Percepcja wizualna wyglądu zewnętrznego produktów z wykorzystaniem Eye Tracking a ich stopień lubienia

W pracy określono tzw. mapę uwagi (ang. focus map) związaną z postrzeganiem przez konsumentów wyglądu zewnętrznego wybranych próbek szynek za pomocą Eye Tracking. W interpretacji wyników ciemniejsze miejsca (np. czerwone) oznaczało, że więcej czasu konsumenci spędzili patrząc na dany obszar próbki szynki. Najdłuższy czas w tym względzie dla wizualnie postrzeganych cech szynki RK wynosił 1038,4 ms (obszar czerwony), 955,4 ms (obszar pomarańczowy) i 785,8 ms/771,8 ms (dwa żółte bloki). W przypadku szynki R1D1 najdłuższy czas obserwacji wynosił 1489,7 ms (obszar czerwony), 1194,5 ms (obszar pomarańczowy) i 1124,1 ms (obszar żółty). Zaobserwowano, że konsumenci koncentrowali głównie uwagę na „uszkodzonym obszarze” produktu, perforacji widocznej w plastrze szynki, zmianach barwy i miejscach występowania marmurkowatości.

W badaniach stopnia lubienia wyglądu zewnętrznego, próbka RK otrzymywała niższe oceny względem wrażenia tłustości i konsystencji, ogólnego stopnia lubienia oraz emocji (skojarzeń) w porównaniu z próbką R1D1. Nie odnotowano znaczących różnic w wizualnej ocenie świeżości i stanu powierzchni produktów. Wyższy stopień lubienia pod względem barwy reprezentowała szynka RK w stosunku do wariantu R1D1. Perforacja plastra szynki RK na styku mięśni nie wpłynęła na stopień lubienia powierzchni produktu.

Generalnie Eye Tracking jest wykorzystywany do określenia „ścieżki percepcyjnej” konsumentów w stosunku do informacji znajdujących się na etykietach produktów spożywczych lub do oceny nowych rozwiązań w zakresie grafiki opakowań (Piqueras-Fizman, Velasco, Salgado-Montejo i Spence, 2013; Graham, Orquin i Visschers, 2012). Badania z Eye Tracking dostarczają cennych informacji na temat mapy uwagowej konsumentów - informacji, które byłyby bardzo trudne do uzyskania przy użyciu jakiegokolwiek innej metody. Należy odnotować, że w tego typu badaniach można określić, na co uczestnicy zwracają uwagę, bez możliwości bezpośredniego uzasadnienia przyczyny reakcji wizualnej (Graham, Orquin i Visschers, 2012).

W niniejszym badaniu podjęto próbę określenia czasowej percepcji wizualnej cech wyglądu zewnętrznego szynek przez konsumentów za pomocą Eye Tracking. Dodatkowa ocena stopnia lubienia wybranych atrybutów produktu pozwoliła na głębszą analizę wyników. Próbki różniły się wyglądem, co warunkowało ich stopień lubienia i emocje oraz percepcję wzrokową podczas oceny z użyciem Eye Tracking. Według Du i Sun (2006) głównymi parametrami jakości szynek pokrojonych w plastry, określającymi ich akceptację oraz decyzje zakupowe konsumentów, są nie tylko atrakcyjna oraz stabilna barwa, ale również wielkość

i rozkład w produkcji innych cech wyglądu takich, jak obecność porów, marmurkowatość lub poziom otłuszczenia (Sánchez i wsp., 2008).

Podsumowanie i możliwość wykorzystania wyników

Zaplanowane podejście metodyczne pozwoliło określić bardzo ważne kwestie odnoszące się z jednej strony do kompleksowej charakterystyki produktów w różnych wymiarach, w tym ilościowo-jakościowych oraz hedonicznych z uwzględnieniem emocji i percepcji wizualnej, natomiast z drugiej umożliwiło przeanalizowanie wyników w kontekście ich wzajemnego wpływu na ocenę walorów sensorycznych badanych produktów. Istotnym elementem badań było uwzględnienie również relacji pomiędzy jakością oczekiwaną i doświadczoną (czyli potwierdzoną sensorycznie), co pozwoliło zrozumieć oraz wyjaśnić nie tylko stopień lubienia produktów, ale również oczekiwania konsumentów. Poznanie emocji konsumentów w stosunku do smakowitości produktów to dodatkowy element istotnie warunkujący wybór produktów (w tym o zadeklarowanych walorach prozdrowotnych) oraz chęć ich spożywania.

Wykazano, że innowacyjne urządzenia, takie jak FaceReader i Eye Tracking są przydatne do określenia odpowiednio reakcji emocjonalnej i wizualnej konsumentów w odniesieniu do badanych produktów. Szynki są produktami heterogenicznymi i wiele atrybutów sensorycznych, które są postrzegane przez konsumentów (np. barwa, stan powierzchni, otłuszczenie, marmurkowatość, świeżość), może warunkować ich akceptację oraz procesy decyzyjne konsumentów przy zakupie.

Biorąc pod uwagę praktyczny wymiar badań bardzo ważną kwestią jest wykorzystanie nowych metod badania ekspresji mimicznej twarzy oraz określania percepcji wzrokowej w projektach badawczych z uwagi na inny charakter informacji związany z oceną jakości sensorycznej produktów. Istotnym staje się również możliwość opracowania wytycznych czy zaleceń związanych z postępowaniem metodycznym w tego typu badaniach eksperymentalnych.

2.3.3.2. Interakcje składników w modelowych matrycach żywnościowych i ich wpływ na charakterystykę sensoryczną w kategoriach afektywnych oraz poznawczych

Publikacje:

I.B.3. Baryłko-Pikielna N., Kostyra E., 2007: Sensory interaction of umami substances with model food matrices and its hedonic effect, *Food Quality & Preference*, 18, 751-758.
24 pkt. MNiSW; IF = 1,796

I.B.4. Kostyra E., Baryłko-Pikielna N., Dąbrowska U., 2010: Relationship of pungency and leading flavour attributes in model food matrices – temporal aspects, *Food Quality & Preference*, 21, 197-206.
32 pkt. MNiSW; IF = 3,013

Charakter zmian w pożądalności modelowych matryc pod wpływem dodatku potencjatorów smaku

Potencjatory smaku (glutaminian sodu - MSG, sole disodowe kwasu inozylowego - IMP i guanozylowego - GMP) są szeroko stosowane do różnych grup produktów oraz potraw (takich jak: koncentraty zup i sosów, soki warzywne, mrożone dania obiadowe, konserwy warzywno-mięsne, sery topione i in.). Ich właściwością jest „wzmocnienie ciągłości, pełni i harmonizacji oraz pozornej gęstości niektórych produktów i potraw kulinarnych” (Yamaguchi, 1998). Potencjatory smaku wywołują szczególne wrażenie określane jako odrębna podstawowa jakość smaku – umami (Yamaguchi, 1998). Umami wykazuje właściwość wchodzenia w interakcje z innymi cechami smakowo-zapachowymi żywności (Fuke i Ueda, 1996), przy czym efekt tych interakcji zależy od rodzaju produktu (Yamaguchi, 1998) i może być obserwowany w aspekcie ilościowym (wzmocnienia intensywności niektórych cech smakowo-zapachowych lub maskowania innych), jakościowym (pozytywna modulacja smaku) oraz czasowym (przedłużenie czasu percepcji wrażenia). Zagadnienia te wpływają na pożądalność produktów i potraw z dodatkiem odpowiedniej ilości potencjatorów, co może wpływać na ich akceptację oraz efekty żywieniowe (Bellisle, 1999).

Pomimo obszernej literatury tematu stwierdzono zaskakująco niewielką ilość lub brak danych ilościowych dotyczących wymienionych wyżej aspektów działania i interakcji potencjatorów w różnych grupach produktów. W większości badań hedoniczny efekt oddziaływania MSG i 5'-nukleotydów dodawanych do produktów żywności oceniano w bimodalnym układzie (próbki z dodatkiem potencjatorów smaku versus próbki bez ich dodatku) (Roininen, Lähteenmäki i Tuorila, 1996; Schiffman, 2000). Mając to na uwadze przeprowadzono badania w układzie czynnikowym (4 x 4) w celu określenia wpływu poziomu dodatku potencjatorów (MSG, IMP, GMP) oraz ich kombinacji na pożądalność konsumentką różnych modelowych produktów o ściśle standardowym składzie surowcowym (w tym dodatku soli na poziomie 0,6%) oraz kontrolowanym sposobie przygotowania. Oryginalność zastosowanego podejścia metodycznego polegała na określeniu charakteru zmian w pożądalności w siedmiu produktach (matrycach) modelowych, w tym zupach klarownych (bulion z drobiu, zupa grzybowa, barszcz czerwony), zupach przecierowych (zupa jarzynowa, zupa ze szparagów, zupa z zielonego groszku) oraz puree ziemniaczanym

pod wpływem zmieniających się stężeń MSG (0%; 0,1%; 0,3%; 0,5%) oraz IMP i GMP (0%, 0,005%, 0,01% oraz 0,015%). W doświadczeniu IMP i GMP (I+G) stanowiły mieszaninę tych związków w stosunku 1:1. Przyjęty układ eksperymentu pozwolił na określenie interakcji pomiędzy matrycą żywnościową i potencjatorami smaku oraz ich zmiennością spowodowaną różnym składem matrycy. Do zweryfikowania zmian w pożądalności produktów, pod wpływem badanych czynników, wykorzystano klasyczną (statyczną) metodę kolejności, która zajmuje miejsce pośrednie pomiędzy metodami różnicowymi i metodami skalowania. Przy wyborze metody kierowano się faktem, że zdolność dyskryminacji małych różnic pomiędzy produktami przez oceniających jest większa w metodzie kolejności w porównaniu do metody skalowania.

W badaniach własnych odnotowano, że charakter zmian w odpowiedzi hedonicznej (pożądalności) zależał od rodzaju i stężenia potencjatora oraz jego interakcji z matrycą i różnił się znacząco nawet wśród produktów tego samego rodzaju (jak zupy klarowne lub kremowe). Zaobserwowano, że najwyższą pożądalność smakowitości w badanych matrycach wywoływał odmienny poziom oraz stosunek MSG/I+G. Dodatkowo dynamika zmian w pożądalności była mocno zróżnicowana w produktach oraz zawierała się w zakresie od bardzo wyraźnego wzrostu smakowitości (w bulionie i zupie grzybowej) do stosunkowo niewielkich jej zmian, a nawet spadku (w puree ziemniaczanym i zupie z zielonego groszku). W pozostałych matrycach stwierdzono umiarkowane podniesienie pożądalności w efekcie dodatku potencjatorów, uzyskując jednocześnie odmienny obraz (ang. pattern) reakcji hedonicznej. Wzrost pożądalności w badanych matrycach określano jako wielkość zmian hedonicznych względem próbki referencyjnej (bez dodatku potencjatorów). Stwierdzono, że sensoryczne interakcje między składem matrycy żywnościowej, jej rodzajem oraz potencjatorami smaku odgrywają kluczową rolę w końcowym efekcie hedonicznym i są charakterystyczne dla określonego rodzaju produktu. W aspekcie aplikacyjnym należy zatem wziąć pod uwagę, że optymalna zależność uzyskana dla jednego produktu niekoniecznie znajduje odzwierciedlenie w przypadku innego wyrobu. Dlatego też ekstrapolację wyników wpływu dodatków potencjatorów z jednej na drugą matrycę należy traktować z dużą ostrożnością.

Analizując efekt dodatku potencjatorów smaku do modelowych matryc stwierdzono, że w większości produktów zasadniczy wpływ na kształtowanie smakowitości odgrywał zwiększający się poziom MSG niż I+G, którego oddziaływanie było uzupełniające w stosunku do MSG. Jednocześnie nie stwierdzono, aby stosunek dodanej ilości MSG oraz I+G wpływał istotnie na synergizm ich oddziaływania (podniesienie pożądalności). Wyniki

przeprowadzonych badań własnych wskazują, że zjawisko synergii powyższych dwóch substancji, widoczne i potwierdzone w prostych układach (Yamaguchi, 1998), staje się niewyraźne oraz niejasne, gdy potencjatory wchodzą w interakcje ze złożoną matrycą żywnościową.

Oryginalnym walorem poznawczym niniejszych badań była próba wyjaśnienia zmian w pożądalności modelowych matryc pod wpływem dodatku różnych stężeń MSG i I+G oraz ich kombinacji. Stwierdzono, że efekt ten był rezultatem połączonej stymulacji sumy dodanych potencjatorów i tych naturalnie występujących w produktach. W ramach doświadczenia oznaczono poziom naturalnych aminokwasów, który różnił się w zależności od rodzaju matrycy. Wykazano dodatnią zależność pomiędzy naturalną zawartością endogenego wolnego kwasu glutaminowego a oceną pożądalności próbek referencyjnych w ramach badanych matryc (z wyjątkiem zupy szparagowej). Należy podkreślić, że zawartość naturalnego wolnego kwasu glutaminowego w matrycach wahała się od 9,22 do 45,37 mg/100 g, natomiast dodatek MSG do produktów był znacznie wyższy (100-500 mg/100 g). Powyższe różnice w proporcjach związków (naturalnie obecnych i dodanych) mogą wskazywać na dominującą rolę MSG w kształtowaniu pożądalności produktów. W matrycach o najwyższej naturalnej zawartości kwasu glutaminowego (np. zupa z zielonego groszku), ostateczny efekt hedoniczny mógł być determinowany zarówno naturalną zawartością kwasu glutaminowego, jak i ilością dodanych potencjatorów smaku. Należy mieć jednak na uwadze fakt, że zmiany w pożądalności produktów mogą być uwarunkowane nie tylko ilością wolnego kwasu glutaminowego, ale również poziomem pozostałych endogennych wolnych aminokwasów, naturalną zawartością 5'-nukleotydów oraz poziomem innych substancji sensorycznie aktywnych.

Zmiany w czasie trwania wrażenia pieczenia i kluczowych atrybutów smakowitości w modelowych matrycach pod wpływem dodatku substancji piekących

Zdaniem wielu konsumentów produkty lub potrawy z dodatkiem pikantnych przypraw charakteryzują się większą różnorodnością odczuwanych wrażeń sensorycznych oraz nadają im dodatkowego wymiaru jakościowego, powodując, że odznaczają się one lepszym smakiem (Rozin, 1990; Reinbach i wsp., 2007). Pikantność (ang. hotness) określa się jako całkowitą intensywność i czas trwania wrażenia pieczenia lub ostrości w gardle oraz jamie ustnej (w tym na języku, podniebieniu, błonie śluzowej), odczuwanego w trakcie i po konsumpcji takich produktów żywnościowych (Reinbach i wsp., 2007).

Wrażenia pieczenia należą do odrębnego układu stymulującego (chemestezy), a ich odbiór odbywa się za pośrednictwem nerwu trójdzielnego. Odczucia chemestetyczne rozwijają się wolniej i trwają dłużej w czasie w porównaniu do wrażeń smakowych oraz zapachowych. Wrażenia pieczenia są wywoływane przez substancje chemiczne - irytanty, takie jak kapsaicyna (obecna w papryce chili), piperyna (znajdująca się w czarnym pieprzu) lub aldehyd cynamonowy (występujący w cynamonie). Choć wszystkie wymienione substancje wywołują pieczenie, to jednak każda z nich reprezentuje odmienną charakterystykę jakościową i czasową przebiegu tego wrażenia (Cliff i Heyman, 1992; 1993).

Pożądalność pikantnych produktów zależy w dużej mierze od harmonii (konsonansu) i optymalnej relacji natężenia cech smaku, smakowitości i pieczenia – atrybutów jakościowych, które określają tożsamość lub typowość produktu. Powstaje zatem pytanie, w jaki sposób intensywność wrażenia pieczenia lub ostrości wywołana wzrastającym stężeniem pikantnej przyprawy wpływa na intensywność kluczowych cech smaku oraz smakowitości w różnych matrycach żywnościowych. W dostępnej literaturze dane dotyczące jakościowych i ilościowych zależności między ostrością a natężeniem wyróżników smaku oraz smakowitości w złożonych matrycach żywnościowych są bardzo ograniczone.

Celem przeprowadzonych badań było scharakteryzowanie zmian w czasowych aspektach percepcji wrażenia pieczenia oraz kluczowych atrybutów smakowitości⁴ w modelowych matrycach żywnościowych pod wpływem dodatku substancji piekących (czystej kapsaicyny, przyprawy chili) oraz zachodzących interakcji. W szczególności określano: 1) wpływ kompleksowości matrycy na charakterystykę ilościową oraz zmiany w czasie wrażenia pieczenia wywołanego stężeniem kapsaicyny i chili; 2) wpływ poziomu pieczenia na percepcję wiodących atrybutów smakowitości w różnych matrycach; 3) zmiany w charakterystyce jakościowej i rozkładzie przestrzennym postrzeganego wrażenia pieczenia w czasie w jamie ustnej. Zrealizowanie zaprezentowanego celu w kontekście uzyskania szczegółowego obrazu zmian czasowych w charakterystyce sensorycznej modelowych produktów w efekcie dodatku substancji piekących wymagało przeprowadzenia doświadczenia w kontrolowanym układzie czynnikowym, pozwalającym przeanalizować zachodzące zależności według opracowanej metodologii, co stanowiło oryginalne autorskie osiągnięcie niniejszej pracy.

Badania podzielono na dwa etapy (eksperymenty) umożliwiające zweryfikowanie wpływu dodatku irytantów (substancji piekących) do modelowych matryc na czasowe

⁴ W języku polskim atrybuty związane ze smakowitością produktów określa się potocznie terminem smak, np. smak pomidorowy (ang. tomato flavour).

zmiany ilościowo-jakościowe w percepcji sensorycznej. W pierwszym eksperymencie określano wrażenia pieczenia wywołane różnymi stężeniami kapsaicyny (0,5ppm, 25ppm, 125ppm) do matryc o wzrastającej kompleksowości: roztworu wodnego, kleiku na bazie mąki ziemniaczanej oraz zupy i sosu pomidorowego. W drugim eksperymencie badano wpływ dodatku przyprawy chili (0%; 0,03%; 0,08%; 0,2%) do sześciu modelowych matryc, w tym zupy i sosu pomidorowego, zupy i sosu bulionowego oraz zupy i sosu grzybowego na intensywność wrażenia pieczenia oraz natężenie wiodących atrybutów smaku i smakowitości, w zależności od rodzaju produktu. Wszystkie matryce miały stały dodatek NaCl (0,6%), natomiast sosy zawierały 2% skrobi ziemniaczanej.

Do zrealizowania celów badawczych w niniejszej pracy zastosowano metodę dynamiczną Time-Related-Profilng (TRP), która jest modyfikacją metody Time-Intensity (Baryłko-Pikielna i wsp., 2004). Wybór metody TRP podyktowany był faktem możliwości pomiaru w czasie trwania oceny kilku kluczowych atrybutów sensorycznych, co ma istotne przełożenie na odbiór wrażeń i odczuwanie różnic w natężeniu cech w produktach, z uwzględnieniem interakcji pod wpływem dynamicznych procesów zachodzących w jamie ustnej (m.in. mieszanie produktu ze śliną, uwalnianie substancji sensorycznie aktywnych i ich zetknięcie z receptorami smaku). Przedziały czasowe pomiędzy pojedynczymi pomiarami zostały dostosowane do dynamiki zmian intensywności atrybutów, mierzonej w badaniach wstępnych. Pomiar intensywności wrażeń określano w odstępach czasowych: 5 s., 15 s., 30 s., 1 min., a następnie co 3 min. do 27 minut (do momentu spadku odczuwania wrażenia pieczenia w jamie ustnej), sygnalizowanych zespołowi oceniającemu komunikatami czasowymi. Badania z wykorzystaniem metody TRP wymagały przygotowania szczegółowej procedury odnoszącej się do techniki oceny wrażeń. Z uwagi na specyfikę metody i złożone zadanie oceny (związane ze śledzeniem zmian intensywności wrażenia w czasie), przed przystąpieniem do badań właściwych zrealizowano kilka sesji treningowych z zespołem oceniającym (ekspertów). Uzyskane wyniki analizowano pod względem zmian następujących parametrów: $T_{I_{max}}$ - czas do osiągnięcia maksymalnej intensywności, I_{max} - maksymalna intensywność, $T_{plateau}$ - czas utrzymywania się maksymalnej intensywności i T_{tot} - całkowity czas trwania wrażenia. Zmiany w charakterystyce jakościowej wrażenia pieczenia w trakcie trwania oceny sensorycznej, z jednoczesnym uwzględnieniem migracji odczuwanej ostrości w jamie ustnej określano w specjalnie przygotowanym kwestionariuszu.

W przeciwieństwie do większości badań eksperymentalnych dotyczących zjawiska chemestezji i jej związku z odczuwaniem wrażeń smakowych oraz smakowitości realizowanych w roztworach wodnych, w niniejszym badaniu zastosowano matryce o różnym

stopniu złożoności. Modelowe matryce były na tyle kompleksowe, żeby imitować „rzeczywistą żywność” (zupy i sosy) w ich głównych cechach sensorycznych i jednocześnie wystarczająco uproszczone, aby można je było w pełni kontrolować oraz analizować wpływ poszczególnych czynników zmienności na zmiany wrażeń sensorycznych w czasie. Inną bardzo ważną kwestią było zastosowanie stosunkowo szerokiego zakresu stężeń kapsaicyny i przyprawy chili w badaniach w porównaniu z eksperymentami innych autorów (Prescott i wsp., 1993; Baron i Penfield, 1996; Prescott i Stevenson, 1995). Takie podejście umożliwiło zaobserwowanie tendencji i stwierdzenie różnic w intensywności wrażeń sensorycznych w czasie, związanych ze stężeniem substancji piekącej oraz spowodowanych złożonością układów modelowych (matryc), a także ich interakcji z bodźcami różnych modalności, w tym zapachowymi, smakowymi i tekstury.

Wyniki pierwszego z przeprowadzonych eksperymentów wykazały, że zmiana układu modelowego z roztworu wodnego na roztwór kleiku ze skrobi ziemniaczanej powoduje silne tłumienie natężenia wrażenia pieczenia w czasie, szczególnie widoczne przy niskich i umiarkowanych stężeniach kapsaicyny. Zmniejszeniu ulegała maksymalna intensywność (I_{max}) odczucia pieczenia wraz ze wzrostem złożoności układu modelowego i była ona widoczna dla wszystkich stężeń kapsaicyny. Natomiast czas do osiągnięcia maksymalnej intensywności wrażenia pieczenia (T_{Imax}) oraz czas trwania maksymalnej intensywności ($T_{plateau}$) zależały wyraźnie od kompleksowości układu modelowego. Różnice w czasie percepcji pieczenia dla wymienionych parametrów były szczególnie widoczne pomiędzy roztworem wodnym a sosem pomidorowym. Wyniki badań wskazały, że sensoryczny efekt tego samego stężenia kapsaicyny w różnych układach modelowych może wywoływać zupełnie odmienne natężenie wrażenia pieczenia i jego przebieg w czasie. Można przypuszczać, że kontakt kapsaicyny z nocycceptorami był utrudniony ze względu na wyższą lepkość roztworu. Niezależny efekt tłumienia wrażenia pieczenia pod wpływem lepkości matrycy został potwierdzony w trzech różnych parach matryc, zupach oraz sosach o wzrastającym dodatku przyprawy chili. Natężenie wrażenia pieczenia w czasie utrzymywało się na regularnie niższym poziomie w sosach niż w zupach. Efekt ten zależał również od rodzaju matrycy i pozostawał na wyższym poziomie w zupie oraz sosie bulionowym w porównaniu do matrycy pomidorowej oraz grzybowej.

Pozytywnym i oczekiwanym efektem dodania do potraw przyprawy chili jest otrzymanie wyraźnej ostrości, ale bez zmian sensorycznej tożsamości lub typowości produktu. Wyniki eksperymentu drugiego pokazały, że wraz z dodatkiem chili obniżało się umiarkowanie lub nieznacznie natężenie wiodących atrybutów smakowitości: smaku

pomidorowego, bulionowego i grzybowego w określonych modelowych matrycach, ale nie w jednakowym stopniu. Efekt tłumienia był znacznie silniejszy w zupie pomidorowej niż w dwóch innych matrycach (zupie bulionowej i grzybowej). Zmiany te były również słabsze w sosach (najniższy poziom chili - brak zmian w intensywności wymienionych atrybutów) niż w zupach, prawdopodobnie z powodu silniejszego tłumienia ostrości w tych matrycach. Powyższe wyniki sugerują, że ostrość wywołana dodatkiem chili wpływała umiarkowanie na zmiany w smakowości modelowych produktów, co jest zgodne z wcześniejszymi wynikami uzyskanymi przez innych autorów (Prescott i Stevensons, 1995).

W niniejszym badaniu wpływ wrażenia pieczenia na zmiany intensywności w czasie smaków podstawowych nie mógł być porównany, ponieważ każda matryca charakteryzowała się występowaniem innego rodzaju smaku (za wyjątkiem smaku słonego). Zauważono, że intensywność smaku kwaśnego w zupie pomidorowej zmieniała się w sposób nieliniowy: ostro zmniejszała się już przy najniższym poziomie chili (0,03% w porównaniu z próbką kontrolną) i dalej obniżała się wraz z rosnącą ilością dodanego chili. Podobny kierunek zmian zaobserwowano w sosie pomidorowym, ale spadek intensywności smaku kwaśnego wraz ze wzrostem poziomu chili był mniej wyraźny. Lekka goryczka w zupie oraz sosie grzybowym (typowa nuta smakowa dla grzybów suszonych) praktycznie nie obniżała się pod wpływem ostrości spowodowanej rosnącym dodatkiem chili. Różne efekty oddziaływania pieczenia na percepcję smaków podstawowych w roztworach wodnych zaobserwowali wcześniej Prescott i Stevenson (1995).

Jedynym smakiem ocenianym we wszystkich matrycach była słoność wynikająca ze stałej ilości dodatku NaCl (0,6%) do wszystkich matryc. W badaniach zaobserwowano zaskakująco wyraźne różnice postrzeganej intensywności smaku słonego pomiędzy różnymi zupami, bez dodatku chili (próbki kontrolne), które były w mniejszym stopniu spowodowane rosnącym stężeniem chili. Fakt ten obrazuje ogromną złożoność interakcji intramodalnych (np. relacji między bodźcami wyłącznie smakowymi) i intermodalnych (zależności pomiędzy bodźcami smakowymi, zapachowymi oraz kształtującymi teksturę) pod wpływem aktywnych sensorycznie substancji lotnych i nielotnych, których ostateczny wynik jest doświadczany i oceniany przez zmysły ludzkie. Zmiany jakościowe i migracyjne we wrażeniu pieczenia lub ostrości podczas długiego czasu percepcji przyczyniały się dodatkowo do wystąpienia powyższych zależności. Przykładowo jakość wrażenia zmieniała się od mocnego odczucia pieczenia na całej powierzchni języka (początek oceny), po czym następowało migrowanie wrażenia i jego percepcja w gardle, na podniebieniu, czubku języka oraz wokół warg, aż do utrzymującego się, uporczywego drętwienia pod koniec oceny sensorycznej.

Podsumowanie i możliwość wykorzystania wyników

Reasumując, podjęte badania i ich wyniki stanowią istotne uzupełnienie danych w zakresie wpływu substancji sensorycznie aktywnych, określanych jako potencjatory smaku oraz związków odpowiedzialnych za uczucie pieczenia na kształtowanie walorów sensorycznych różnych modelowych matryc, imitujących rzeczywiste produkty spożywcze (zupy i sosy). Przeprowadzenie eksperymentów w układzie czynnikowym pozwoliło na kontrolowanie wpływu poszczególnych czynników zmienności na ostateczny efekt zmian w charakterystyce sensorycznej pod wpływem zachodzących interakcji intramodalnych oraz intermodalnych. Znajomość powyższych relacji jest istotna w procesie opracowywania receptur oraz optymalizacji i modyfikacji jakości sensorycznej różnych produktów i potraw z jednoczesnym uwzględnieniem preferencji konsumentów. Zastosowanie w badaniach metody kolejności (opartej na pomiarze statycznym wykrywania i hierarchii różnic) przyczyniło się do określenia charakteru zmian w pożądalności modelowych produktów z dodatkiem potencjatorów smaku w kontekście uzyskania różnego efektu hedonicznego. Natomiast pomiar wrażenia pieczenia z uwzględnieniem kluczowych atrybutów smaku i smakowitości umożliwił zweryfikowanie zmian ich natężenia w kategoriach ilościowo-jakościowych w czasie, z zastosowaniem zmodyfikowanej metody Time-Intensity.

2.4. Podsumowanie cyklu publikacji

Badania eksperymentalne z wykorzystaniem metod statycznych i dynamicznych, które zostały przedstawione w publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe pozwoliły na dokładną analizę wpływu poszczególnych czynników zmienności w eksperymentach na określenie zmian w charakterystyce sensorycznej, zarówno modelowych matryc żywnościowych, jak również produktów spożywczych na przykładzie przetworów mięsnych (szynki).

Kompleksowe podejście metodyczne, polegające na wykorzystaniu innowacyjnych metod dynamicznych i tradycyjnych metod statycznych, umożliwiło dokonanie szczegółowej charakterystyki sensorycznej produktów w kategoriach ilościowo-jakościowych, poznanie zależności pomiędzy stopniem lubienia oraz emocjami wywoływanymi przez produkty u konsumentów pod względem jakości oczekiwanej i potwierdzonej sensorycznie oraz określenie reakcji emocjonalnych konsumentów i ich percepcji wizualnej w odniesieniu do ocenianych produktów (Hipoteza 1). Zidentyfikowanie rodzaju oraz poziomu emocji wywołanych smakowitością produktu z uwzględnieniem zmian w czasie, wraz

z jednoczesnym przeanalizowaniem indywidualnych reakcji mimicznych (emocjonalnych) konsumentów stało się podstawą stwierdzenia, że stopień zmienności ogółu emocji rejestrowanych przez FaceReader może zależeć nie tylko od właściwości sensorycznych produktów, ale w dużej mierze wynika z subiektywnych reakcji konsumentów (Hipoteza 2). Jednocześnie analiza wyników z wykorzystaniem FaceReader w porównaniu do emocji mierzonych z użyciem klasycznej metody skalowania pozwoliła na głębszą interpretację zależności, biorąc pod uwagę nie tylko rodzaj czy poziom odczuwanych emocji w czasie, ale także możliwość wnioskowania w zakresie ich udziału w ocenie końcowej produktu.

Wyznaczenie mapy uwagi konsumentów w stosunku do wyglądu zewnętrznego produktów za pomocą innowacyjnego urządzenia okulograficznego Eye Tracking (opartego na pomiarze dynamicznym w czasie), z jednoczesnym określeniem stopnia lubienia ich cech wizualnych (z wykorzystaniem klasycznej metody skalowania, dającej punktowy pomiar) przyczyniło się do pełniejszego rozpoznania roli wrażeń wizualnych w ogólnej percepcji sensorycznej. Badania te są szczególnie ważne w określaniu czynników wpływających na procesy decyzyjne konsumentów.

Zastosowane podejście metodyczne stanowiło nowatorskie ujęcie badań z wykorzystaniem różnych metod i urządzeń do oceny produktów w kategoriach poznawczych oraz afektywnych z uwzględnieniem reakcji emocjonalnych konsumentów oraz ich percepcji wizualnej w stosunku do ocenianych produktów.

Podsumowując wyniki badań na temat wielkości i kierunku zmian w pożądalności produktów lub intensywności atrybutów jakościowych pod wpływem dodatku substancji kształujących smakowość (potencjatory smaku, substancje odpowiedzialne za odczuwanie pieczenia) stwierdzono, że istnieje możliwość ich precyzyjnego określenia z zastosowaniem klasycznej metody kolejności opartej na pomiarze statycznym oraz dynamicznej metody Time-Related-Profiling (zmodyfikowana metoda Time-Intensity). Należy jednak mieć na uwadze, że w tym względzie istotnym staje się zaplanowanie badań w układzie czynnikowym, umożliwiającym określenie wpływu wzrastających stężeń substancji odpowiedzialnych za smakowość oraz dodatku substancji kształujących konsystencję z uwzględnieniem różnego rodzaju modelowych matryc (Hipoteza 3). Przyjęte postępowanie metodyczne pozwoliło na określenie interakcji intramodalnych i intermodalnych w końcowych efekcie odbioru wrażeń sensorycznych w zależności od rodzaju matrycy. Wyniki uzyskane z tych badań mają zarówno aspekt poznawczy, jak i praktyczny odnoszący się do określenia wpływu modyfikacji składu surowcowego na zmiany jakości sensorycznej różnych produktów.

2.5. Wnioski

Reasumując przedstawione w Autoreferacie rozważania odnoszące się do prowadzonych przeze mnie badań sensorycznych z wykorzystaniem różnych metod badawczych, którym towarzyszyło dążenie do określenia najbardziej rzetelnego i optymalnego modelu postępowania w tym zakresie, można sformułować następujące wnioski:

- Innowacyjne metody oparte na ekspresji mimicznej oraz okulografii stanowią wartościowe uzupełnienie tradycyjnych metod statycznych i dynamicznych wykorzystywanych w badaniach sensorycznych oraz konsumenckich ukierunkowanych na doskonalenie jakości produktów żywnościowych.
- Analiza wyników eksperymentalnych z zastosowaniem analizy wielowymiarowej oraz sieci neuronowych Kohonena stanowi wiarygodne narzędzie interpretacji rodzaju oraz poziomu emocji w czasie, z uwzględnieniem reakcji indywidualnych konsumentów mierzonych nowoczesnymi metodami badania ekspresji mimicznej.
- Metody dynamiczne wykorzystywane do pomiaru różnych wrażeń w czasie stanowią kluczowy element badań sensorycznych oraz konsumenckich ze względu na unikatowość informacji, mających zarówno charakter poznawczy, jak i aplikacyjny, umożliwiając ich wykorzystanie w opracowywaniu nowych produktów o zweryfikowanej akceptacji konsumenckiej.
- Uzyskane wyniki wskazują, że wykorzystanie klasycznej metody kolejności, zaliczanej do metod statycznych w badaniach sensorycznych, daje możliwość określenia charakteru zmian w pożądalności produktów żywnościowych.
- Zastosowanie zmodyfikowanej metody Time-Intensity, opartej na pomiarze dynamicznym, umożliwia określenie zmian natężenia w czasie kluczowych atrybutów smakowitości w produktach żywnościowych pod wpływem substancji wywołujących intensywne wrażenia sensoryczne.

W kontekście przeprowadzonych badań i uzyskanych wyników oraz wcześniej sformułowanych konstatacji można sformułować generalną konkluzję, wskazującą na to, że odpowiednio zaplanowany układ eksperymentu, stanowić może podstawę zbadania wpływu poszczególnych zmiennych na odbiór wrażeń sensorycznych z uwzględnieniem zachodzących interakcji, co w konsekwencji pozwala przewidzieć zmiany w jakości sensorycznej podczas modyfikacji istniejących produktów oraz opracowywania nowych wyrobów.

Sformułowane wnioski mają charakter poznawczy i aplikacyjny, wskazując na możliwości oraz zasadność wykorzystania zarówno nowoczesnych, jak i tradycyjnych metod statycznych i dynamicznych w badaniach sensorycznych oraz konsumenckich, których komplementarność optymalizuje proces opracowywania nowych produktów żywnościowych, podnosząc ich konkurencyjność i zapewniając rentowność podejmowanych działań innowacyjnych w praktyce rynkowej producentów żywności.

2.6. Cytowana literatura

1. Baron R.F., & Penfield M.P. (1996). Capsaicin heat intensity – concentration, carrier, fat level, and serving temperature effects. *Journal of Sensory Studies*, 11, 295-316.
2. Baryłko-Pikielna N., Kostyra E., Wasiak-Zys G. (2004). Time-Intensity measurements of refreshing effect in mint tablets and chewing gum, unpublished data.
3. Baryłko-Pikielna N., Matuszewska I. (2009). *Sensoryczne Badania Żywności. Podstawy-Metody-Zastosowania*. Wydawnictwo Naukowe PTTŻ, Kraków.
4. Bellisle F. (1999). Glutamate and the UMAMI taste: sensory, metabolic, nutritional and behavioural considerations. A review of the literature published in the last 10 years. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 23, 423-438.
5. Bello Acebrón, L.B. & Calvo Dopico, D.C. (2000). The importance of intrinsic and extrinsic cues to expected and experiences quality: An empirical application for beef. *Food Quality and Preference*, 11, 229-238.
6. Cardello A., & Sawyer F. (1992). Effects of disconfirmed consumer expectations on food acceptability. *Journal of Sensory Studies*, 7, 253-277.
7. Cliff M., & Heymann H. (1992). Descriptive analysis of oral pungency. *Journal of Sensory Studies*, 7, 279-290.
8. Cliff M., & Heymann H. (1993). Time-Intensity evaluation of oral burn. *Journal of Sensory Studies*, 8, 210-211.
9. Desmet P.M.A., & Schifferstein H.N.J. (2008). Sources of positive and negative emotions in food experience. *Appetite*, 50, 290-301.
10. Danner L., Sidorkina L., Joechl, M., & Duerrschmid K. (2014). Make a face! Implicit and explicit measurement of facial expressions elicited by orange juices using face reading technology. *Food Quality and Preference*, 32, 167-172.
11. Fuke S. & Ueda Y. (1996). Interaction between umami and other flavor characteristics. *Trends in Food Sciences & Technology*, 7, 407-411.

12. Graham D.J., Orquin J.L., & Visschers V.H.M. (2012). Eye tracking and nutrition label use: A review of the literature and recommendations for label enhancement. *Food Policy*, 37, 378-382.
13. Grunert K.G. (2002). Current issues in the understanding of consumer food choices. *Trends in Food Science and Technology*, 13, 275-285.
14. ISO. (2010a). International standard 13299: Sensory analysis - General guidance for establishing a sensory profile. Brussels: CEN.
15. ISO. (2010b). International standard 4121: Sensory analysis - Guidelines for the use of quantitative response scales.
16. Jiang Y., King J. M., & Prinyawiwatkul W. (2014). A review of measurement and relationships between food, eating behavior and emotion. *Trends in Food Science & Technology*, 36, 15-28.
17. King S.C., & Meiselman H.L. (2010). Development of a method to measure consumer emotions associated with foods. *Food Quality and Preference*, 21, 2, 168-177.
18. Lange C., Issanchou S., & Combris P. (2000). Expected versus experienced quality: Trade-off with price. *Food Quality and Preference*, 11, 289-297.
19. Morales R., Guerrero L., Claret A., Guárdia M.D., & Gou P. (2008). Beliefs and attitudes of butchers and consumers towards dry-cured ham. *Meat Science*, 80, 1005-1012.
20. Morales R., Guerrero L., Aguiar A.P.S., Guárdia M.D., & Gou, P. (2013). Factors affecting dry-cured ham consumer acceptability. *Meat Science*, 95, 652-657.
21. Pham A.J., Schilling M.W., Mikel W.B., Williams J.B., Martin J.M., & Coggins P.C. (2008). Relationships between sensory descriptors, consumer acceptability and volatile flavor compounds of American dry-cured ham. *Meat Science*, 80, 728-737.
22. Piqueras-Fiszman B., Velasco C., Salgado-Montejo A., & Spence Ch. (2013). Using combined eye tracking and word association in order to assess novel packaging solutions: A case study involving jam jars. *Food Quality and Preference*, 28, 328-338.
23. Prescott J., Allen S., Stephens L. (1993). Interactions between oral chemical irritation, taste and temperature. *Chemical Senses*, 18, 389-404.
24. Prescott J., & Stevenson R. J. (1995). Psychophysical Responses to Single and Multiple Presentation of the Oral Irritant Zingerone: Relationship to Frequency of Chili Consumption. *Physiology & Behavior*, 60, 2, 617-624.
25. Reinbach H.C., Meinert L., Ballabio D., Aaslyng M.D., Bredie W.L.P., Olsen K., Møller P. (2007). Interaction between oral burn, meat flavour and texture in chili spiced pork patties evaluated by time-intensity. *Food Quality and Preference*, 18, 909-919.

26. Roininen K., Lähteenmäki L., & Tuorila H. (1996). Effect of umami taste on pleasantness of low-salt soups during repeated testing. *Physiology & Behavior*, 60, 3, 953-958.
27. Rozin P., (1990). Getting to like the burn of chili pepper. Biological, psychological and cultural perspectives. In B.G. Green, J.R. Mason & M.R. Kare (Eds.), *Chemical Senses, irritation*, 2, 231-269. New York: Dekker.
28. Ruiz J., Garcia C., Muriel E., Andres A.I., & Ventanas J. (2002): Influence of sensory characteristics on the acceptability of dry-cured ham. *Meat Science*, 61, 347-354.
29. Sabbe S., Verbeke W., & Vam Damme P. (2009). Confirmation/disconfirmation of consumers' expectations about fresh and processed tropical fruit products. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 539-551.
30. Sánchez A. J., Albarracín W., Grau R., Ricolfe C., & Barat J. M. (2008). Control of ham salting by using image segmentation. *Food Control*, 19, 135-142.
31. Schifferstein H.N.J., & Desmet P.M.A. (2010). Hedonic asymmetry in emotional responses to consumer products. *Food Quality and Preference*, 21, 1100-1104.
32. Schiffman S.S. (2000). The use and utility of glutamates as flavoring agents in foods. Intensification of sensory properties of foods for elderly. *The Journal of Nutrition*, 130, 4S, 927-930.
33. Verbeke W., De Smet S., Vackier I., Van Oeckel M.J., Warnants N., & Van Kenhove P. (2005). Role of intrinsic search cues in the formation of consumer preferences and choice for pork chops. *Meat Science*, 69, 343-354.
34. Yamaguchi S. (1998). Basic properties of umami and its effects on food flavour. *Food Reviews International. Special issue on umami*. 14, 2&3, 139-176.

3. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Działalność naukową rozpoczęłam w 1996 roku, kiedy zostałam zatrudniona w Instytucie Żywności i Żywienia w Warszawie w Zakładzie Technologii Żywności kierowanym przez prof. dr hab. Ninę Baryłko-Pikielną. Kolejne lata mojego doświadczenia zawodowego były ściśle związane z tematyką badań sensorycznych, którą kontynuowałam w latach 1998-2003 w Instytucie Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego w Warszawie. W tym czasie zrealizowałam rozprawę doktorską pt. „Interakcje dodatków aromatyzujących ze składnikami żywności i ich efekty sensoryczne (na przykładzie preparatów dymu wędzarniczego)”, której promotorem była prof. dr hab. Nina Baryłko-Pikielna. Praca doktorska została obroniona z wyróżnieniem na Wydziale Technologii Żywności SGGW w Warszawie. Od roku 2003 pracuję na Wydziale Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji SGGW w Warszawie, w Katedrze Żywności Funkcjonalnej, Ekologicznej i Towaroznawstwa. W 2004 roku na Wydziale powstało Laboratorium Oceny Żywności i Diagnostyki Zdrowotnej, w ramach którego utworzono między innymi Pracownię Analizy Sensorycznej. Pełnię funkcję kierownika wymienionej Pracowni i odpowiadam za realizację prac badawczych oraz szkolenia sensoryczne dla przemysłu. Wieloletnia współpraca z prof. dr hab. Niną Baryłko-Pikielną zaowocowała zdobytym doświadczeniem oraz dużą samodzielnością w prowadzeniu badań oraz podejmowaniu nowych wyzwań związanych z przeprowadzaniem badań naukowych, w tym udziałem w projektach badawczych o zasięgu krajowym oraz międzynarodowym. Dodatkowo wspólne uczestnictwo z prof. dr hab. Niną Baryłko-Pikielną w kilku spotkaniach i warsztatach organizowanych przez międzynarodowe stowarzyszenie *European Sensory Network*, składające się z wiodących europejskich (i niektórych pozaeuropejskich) ośrodków akademickich oraz badawczych w dziedzinie badań sensorycznych i konsumenckich, stało się jednym z ważniejszych elementów mojego rozwoju naukowego. Do chwili obecnej kontynuuję tę ścieżkę zawodową.

W pracy naukowo-badawczej koncentruję się na różnych aspektach badań sensorycznych i konsumenckich, w kontekście określenia między innymi wpływu procesu technologicznego oraz zmian w recepturze na jakość sensoryczną różnych produktów z uwzględnieniem dodatku substancji aromatyzujących, smakotwórczych oraz teksturotwórczych. Istotnym elementem moich zainteresowań zawodowych są zagadnienia związane z wykorzystywaniem różnych nowych metod badawczych, w tym Rapid Sensory Methods oraz porównania wyników uzyskanych z badań sensorycznych i konsumenckich różnych produktów, w tym z uwzględnieniem badań instrumentalnych oraz

psychofizjologicznych. Ponadto biorę udział w projektach odnoszących się do opracowywania podejścia metodycznego związanego z realizacją badań sensorycznych i konsumenckich oraz stosowania rozwiązań praktycznych w tym aspekcie na płaszczyźnie naukowej, a także we współpracy z przemysłem. Ważnym nurtem moich zainteresowań jest tematyka określenia percepcji sensorycznej wśród dzieci oraz młodzieży. W badaniach naukowych znaczącą uwagę przywiązuję również do określenia czynników sensorycznych i niesensorycznych warunkujących wybór produktów przez konsumentów, w tym osób z dysfunkcją zmysłów. W wymienionych powyżej obszarach badawczych jestem autorem lub współautorem publikacji naukowych, licznych doniesień oraz abstraktów na konferencjach międzynarodowych oraz kierownikiem lub wykonawcą wielu projektów krajowych oraz międzynarodowych.

Nawiązując do projektów międzynarodowych oraz obszaru tematycznego związanego z wykorzystywaniem nowych metod i opracowywania metodologii badań, byłam zaangażowana w granty *European Sensory Network*, w ramach tzw. filarów badawczych dotyczących stosowania zaawansowanych metod w ocenie produktów (*Advances in Sensory Methods*), postrzegania produktów przez konsumentów w powiązaniu z aspektami fizjologicznymi (*Product Perception and Physiology*) oraz określania aspektów psychologicznych i zachowań konsumentów (*Consumer Psychology and Behaviour*). Byłam kierownikiem lub wykonawcą następujących grantów ESN: Proficiency Testing in Sensory Analysis: Development of reference samples for Proficiency Testing; Palatability, satisfaction and satiation of beverages; Measuring Temporality of Sensations and of Liking in Consumers oraz Wellbeing project: Foods and Beverages, Beauty, Home Care (Projekty I-1.1, I-1.4, I-1.5, I-1.6).

Wśród moich zainteresowań naukowo-badawczych można wydzielić kilka grup tematycznych:

- Determinanty jakości sensorycznej różnych produktów żywnościowych;
- Edukacja sensoryczna oraz jej rola w percepcji i akceptacji produktów przez dzieci, młodzież oraz osoby dorosłe;
- Czynniki sensoryczne i niesensoryczne wpływające na wybór oraz konsumpcję produktów żywnościowych przez konsumentów;
- Aspekty realizacji badań sensorycznych, instrumentalnych oraz psychofizjologicznych w określaniu jakości wybranych produktów z uwzględnieniem substancji kształtujących smakowość.

3.1. Determinanty jakości sensorycznej różnych produktów żywnościowych

Jakość sensoryczna odgrywa kluczową rolę w wyborze oraz akceptacji produktów żywnościowych przez konsumentów, jak również ich spożyciu. Do najważniejszych czynników warunkujących wybór żywności przez konsumentów zalicza się właściwości sensoryczne produktu, w tym przede wszystkim smak oraz smakowość. Mając powyższe na uwadze, badania sensoryczne znajdują zastosowanie z jednej strony w określaniu wpływu czynników technologicznych oraz modyfikacji składu surowcowego pod kątem opracowywania nowych produktów (np. o obniżonej zawartości tłuszczu) na właściwości sensoryczne produktów oraz ich akceptację, z drugiej są szeroko wykorzystywane w bieżącej kontroli jakości wyrobów.

W literaturze podkreśla się, że percepcja smakowości ulega znacznym zmianom w wyniku obniżenia zawartości tłuszczu w produktach żywnościowych. Tłuszcze są odpowiedzialne za właściwości sensoryczne wielu produktów (np. produktów mlecznych, serów, produktów mięsnych, tłuszczów przeznaczonych do smarowania pieczywa), wpływając na ich konsystencję, walory zapachowe i smakowe, a tym samym znacznie przyczyniają się do odczuwania przyjemności podczas konsumpcji produktów. W badaniach własnych z udziałem modelowych emulsji typu o/w, różniących się poziomem tłuszczu (80 i 50%) oraz dodatkiem substancji aromatyzującej (preparatu dymu wędzarniczego) określano zmiany w intensywności wiodących atrybutów (zapachu i smaku wędzankowego oraz smaku słonego). Stwierdzono, że ich natężenie było wyraźnie niższe w emulsji o obniżonej zawartości tłuszczu zawierającej 0,8% gumy guar w porównaniu do emulsji pełnotłuszczowej. Powyższe wyniki zostały sprawdzone „krzyżowo” poprzez zastosowanie trzech różnych metod: skalowania, profilowej i Time-Intensity do określenia zmian w natężeniu atrybutów w emulsjach. Stwierdzono, że głównym czynnikiem mogącym warunkować odbiór wrażeń był dodatek substancji teksturotwórczej do emulsji o obniżonej zawartości tłuszczu niż różnice w poziomie tłuszczu pomiędzy produktami (Publikacja II.A.2). Prace związane z określeniem wpływu poziomu tłuszczu na jakość sensoryczną i pożądalność wybranych cech kontynuowano oceniając miksy tłuszczowe przeznaczone do smarowania pieczywa. Materiał stanowiły dwie próbki produktów o zawartości tłuszczu 55 i 75% oraz cztery warianty niskotłuszczowe (20-25% tłuszczu). Charakterystykę sensoryczną produktów przeprowadzono z wykorzystaniem metody profilowej, natomiast do określenia ich pożądalności zastosowano 9-stopniową skalę hedoniczną. Wykazano, że produkty o udziale tłuszczu 55 i 75% reprezentowały wyższą ogólną jakość sensoryczną, która była

dotadnio skorelowana z zapachem i smakiem maślanym, wrażeniem rozplýwalności oraz ujemnie skorelowana z natężeniem zapachu i smaku margarynowego, a także wrażeniem tłustości. Dystans w jakości sensorycznej między próbkami o wyższym i niższym udziale tłuszczu został potwierdzony w badaniach semikonsumenckich. Zmiany w profilu sensorycznym miksów tłuszczowych i pożądalności prawdopodobnie zależały nie tylko od poziomu tłuszczu, ale również obecności emulgatorów i stabilizatorów użytych do produktów niskotłuszczowych oraz jakości użytego aromatu maślanego (Publikacja, II.D.13). W innej pracy badano wpływ poziomu substytucji na jakość sensoryczną kiełbasy typu mortadela, której recepturę zmodyfikowano wymieniając 50, 75 i 100% ilości surowca tłuszczowego, zamiennikiem polisacharydowo-białkowym. Wykazano, że 50% zamiana tłuszczu recepturowego zamiennikiem polisacharydowo-białkowym nie powodowała obniżenia jakości sensorycznej kiełbasy typu mortadela (pod względem twardości, sprężystości, gumiałości, przeżuwalności i tłustości) oraz jej pożądalności ogólnej, przy wyraźnym obniżeniu zawartości tłuszczu (Publikacja, II.D.3).

Ważnym elementem mojej działalności badawczej jest również weryfikacja jakości sensorycznej różnego rodzaju rynkowych produktów żywnościowych. W nawiązaniu do tego aspektu określano jakość mikrobiologiczną oraz sensoryczną 30 próbek mleka spożywczego. Charakterystykę sensoryczną wszystkich próbek mleka przeprowadzono metodą skalowania (z użyciem 5-stopniowej skali) a wybranych mleka także metodą profilową. Stwierdzono, że niezależnie od metody utrwalania wszystkie oceniane mleka uzyskały wysokie oceny poszczególnych wyróżników jakości sensorycznej. Nie wykazano zmian w zapachu oraz smaku produktów, mogących świadczyć o rozwoju niepożądaney mikroflory. Badane mleka, różniące się sposobem utrwalania (sterylizowane, pasteryzowane w wysokiej temperaturze oraz poddane mikrofiltracji i niskiej pasteryzacji), były zróżnicowane w profilu sensorycznym. Najbardziej zharmonizowaną jakością ogólną charakteryzowały się próbki mleka utrwalonego poprzez wysoką pasteryzację (Publikacja II.A.5).

W kolejnej pracy przeprowadzono badania jakości sensorycznej (metodą profilową i metodą skalowania) wybranych rynkowych substytutów mleka oraz ocenę ich wartości odżywczej w odniesieniu do mleka krowiego. Stwierdzono, że napoje wegańskie wyraźnie różniły się od mleka krowiego we właściwościach sensorycznych. Produkty były zróżnicowane w natężeniu wiodących cech, między innymi zapachu i smaku zbożowego, sojowego, owsianego, mlecznego, sezamowego, orzechowego i kokosowego, wynikających ze składu surowcowego napojów. Zbyt wysokie natężenie nuty zbożowej i sojowej oraz smaku gorzkiego determinowało ujemnie jakość ogólną analizowanych produktów.

Najwyższą pożądalność zapachu i smaku uzyskały napoje wytworzone z surowców, jak migdały, orzechy włoskie, kokos oraz soja. Wartość żywieniowa wegańskich zamienników mleka znacząco różniła się od profilu mleka krowiego, biorąc pod uwagę w szczególności zawartość białka oraz skład kwasów tłuszczowych. Analizowane napoje wykazywały również obecność unikalnych składników bioaktywnych pochodzących z surowca roślinnego (np. flawonoidów) (Publikacja II.D.22).

W nawiązaniu do działalności naukowo-badawczej związanej z aspektami metodycznymi realizowano badania określając zmiany w postrzeganiu kluczowych atrybutów sensorycznych produktów w czasie za pomocą metody Temporal Dominance of Sensations (TDS). Ponadto przeprowadzono akceptację produktów w czasie za pomocą metody skalowania (9-punktowa skala hedoniczna). Badania zostały ukierunkowane na ocenę zmian percepcji wrażeń sensorycznych podczas wielokrotnego próbowania produktów. Nowatorskim podejściem było jednoczesne rejestrowanie w czasie dominujących atrybutów oraz stopnia lubienia z uwzględnieniem wielokrotnej konsumpcji produktów przez konsumentów, które określono jako „Simultaneous Temporal Drivers of Liking (S-TDL)”. W badaniach wzięli udział konsumenci z sześciu krajów europejskich (n=667), którzy oceniali cztery próbki serów różniące się stopniem dojrzewania i poziomem zawartości tłuszczu. Na podstawie przeprowadzonych badań odnotowano znaczące różnice w preferencjach produktów pomiędzy konsumentami z różnych krajów, ale istniały też podobieństwa związane z ogólną akceptacją serów pod względem wrażenia rozplywalności, tłustości i miękkości. Pozytywne wrażenia sensoryczne odnosiły się do odczuwania w czasie smaku serowego, natomiast negatywne odczucia były związane z percepcją smaku gorzkiego w serach. Na podstawie przeprowadzonej analizy skupień, zidentyfikowano trzy znaczące klastry konsumentów w odniesieniu do stopnia lubienia serów, z których każdy zawierał różne próbki, w tym najbardziej oraz najmniej preferowane. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki wykazano znaczenie przeprowadzania segmentacji konsumentów w kontekście stopnia lubienia produktów, przed wyznaczeniem dominujących atrybutów w czasie. Nie odnotowano wpływu wielokrotnej konsumpcji serów na zamiany w postrzeganiu dominujących atrybutów i poziomie stopnia ich lubienia (Publikacja II.A.7, Projekt I-1.5).

3.2. Edukacja sensoryczna oraz jej rola w percepcji i akceptacji produktów przez dzieci, młodzież oraz osoby dorosłe

Oczekiwania związane z jakością produktów spożywczych, a także preferencje żywieniowe, kształtowane są od wczesnego dzieciństwa. Doświadczenia zmysłowe obejmują percepcję multimodalną, pamięć, jak również wymienione powyżej oczekiwania oraz kontekst konsumpcji, które warunkują nawyki żywieniowe, wybór produktów oraz ich spożywanie. Preferencje mogą być modyfikowane poprzez różne programy edukacyjne dedykowane dzieciom w różnym przedziale wiekowym oraz młodym konsumentom, celem zwiększenia między innymi ich gotowości oraz otwartości na konsumpcję owoców i warzyw. Istotnym elementem edukacji sensorycznej jest: 1) przedstawienie i uświadomienie roli zmysłów w ocenie jakości żywności, jej wyborze, konsumpcji oraz akceptacji produktów; 2) zainteresowanie aspektami identyfikacji właściwości sensorycznych produktów za pomocą zmysłów; 3) zaangażowanie uczestników w różne zadania związane z percepcją sensoryczną. Wymienione zagadnienia mogą stanowić ważny element kształtowania pozytywnych nawyków żywieniowych i ograniczać występowanie zjawiska neofobii żywieniowej. Aby osiągnąć ten cel opracowano autorski program warsztatów sensorycznych adresowanych do dzieci i młodzieży.

W nawiązaniu do obszaru tematycznego określano percepcję i akceptację różnych zapachów (owocowych, warzywnych, przypraw) przez dzieci w wieku przedszkolnym oraz oceniano ich pamięć zapachową w kontekście wpływu nauki (pojedynczy epizod). Zrealizowano trzy etapy badań w ramach warsztatów sensorycznych: 1) identyfikację zapachu i ocenę jego akceptacji; 2) naukę zapachów poprzez integrację różnych zmysłów; 3) rozpoznawanie zapachów po przeprowadzeniu edukacji dzieci. W pierwszym etapie badań wzięło udział 94 - 121 dzieci, reprezentujących różne grupy wiekowe. Przeprowadzono badania jakościowe względem 8 zapachów z wykorzystaniem intermodalnego testu Sensory Matching (dopasowanie zapachu do odpowiedniego zdjęcia na planszy). Plansza składała się z 15 fotografii produktów reprezentujących owoce, warzywa, przyprawy i jednego pola (pustego) oznaczającego odpowiedź „nie wiem”. Określono stopień lubienia zapachów przez dzieci przy użyciu 5-stopniowej mimicznej skali hedonicznej. Natomiast edukacja dzieci w kierunku rozpoznawania zapachów polegała na prezentacji produktów (owoców, warzyw, przypraw) w całości, na przekroju, w formie rozdrobnionej wraz z podaniem ich nazwy. Podczas tego etapu dzieci zapoznawały się i oceniały produkty wizualnie, dotykowo oraz identyfikować ich zapach. Stwierdzono, że identyfikacja zapachów owocowych, warzywnych

i przyprawowych przez dzieci (n=121) zależała od ich rodzaju. Dzieci najłatwiej rozpoznawały zapach paprykowy (z grupy zapachów warzywnych i przyprawowych) oraz zapachy owocowe, takie jak cytrynowy i bananowy. Generalnie dzieci potrafiły zaklasyfikować próbki do odpowiednich grup zapachowych (owocowej, warzywnej oraz przyprawowej). Umiejętność rozpoznawania zapachów przez dzieci była związana z ich wiekiem. Stwierdzono że, zapachy owocowe były bardziej lubiane przez dzieci w porównaniu do zapachów warzywnych i przyprawowych. Pojedyncza sesja nauki wpłynęła na wyższą zdolność rozpoznawania zapachów przez dzieci (n=94), przy czym efekt ten zależał od rodzaju zapachu i przedziału wiekowego dzieci. Przykładowo zaobserwowano, że najmłodsze dzieci łatwiej rozpoznawały zapach paprykowy, grzybowy oraz truskawkowy i ananasowy niż pieprzu czy bananowy. Dzieci uczestniczyły w testach zapachowych z dużym zaangażowaniem oraz były zaangażowane w poznawanie nowych owoców oraz warzyw (Materiały konferencyjne III.B-1.6).

Kontynuując tematykę percepcji sensorycznej, połączonej z edukacją, przeprowadzono badania w ramach warsztatów wśród 765 nastolatków w wieku 11-13 lat z różnych rejonów Polski. Kwestionariusz obejmował zagadnienia takie, jak: 1) postrzeganie opakowania żywności i umiejętność odczytywania informacji zawartych na etykiecie, z uwzględnieniem praktycznego zadania dotyczącego opisywania cech po 15 sekundowej ekspozycji produktu; 2) identyfikowanie zapachów oraz właściwości sensorycznych produktu (jogurtu); 3) konsumpcję tzw. „koreczków” przygotowanych z różnych pokrojonych owoców i warzyw, która była połączona z integracją różnych zmysłów poprzez odbiór wrażeń wzrokowych, smakowych/smakowości, słuchowych oraz związanych z teksturą. Dodatkowo w warsztatach określano: skłonność do przygotowywania posiłków z rodzicami/dziadkami; preferencje i znajomość owoców oraz warzyw; znaczenie zmysłów w wyborze i spożyciu wymienionych produktów, a także nawyki żywieniowe uczestników poprzez deklarację różnych stwierdzeń odnoszących się do osobowości konsumenta (w czasie teraźniejszym i przyszłości). Uzyskane wyniki wskazują, że oglądając opakowanie produktu spożywczego, respondenci zwracają przede wszystkim uwagę na termin przydatności do spożycia, a następnie skład produktu, jego wartość odżywczą i warunki przechowywania. Natomiast mniejsze znaczenie miało dla nich przywiązanie do marki produktu oraz wyglądu opakowania. Okazało się, że umiejętność identyfikacji zapachów, jak również stopień ich akceptacji zależy od rodzaju użytych substancji lotnych oraz przypraw. Uczestnicy warsztatów wykazali się dużą kreatywnością, opisując wrażenia związane z jakością sensoryczną jogurtu truskawkowego. Około 80% wszystkich nastolatków wyraziło

zainteresowanie odkrywaniem nowych smaków poprzez konsumpcję produktów i zadeklarowało uczestnictwo w przygotowywaniu posiłków w domu. Niemniej wielu z nich miało problem z podaniem przykładów przypraw wykorzystywanych w procesie przygotowania potraw. W tym względzie najczęściej wskazywano na sól i pieprz, jako przyprawy stosowane w domu. Wysoki odsetek uczestników zadeklarował znajomość owoców krajowych i egzotycznych oraz chęć spożycia nieznanymi owoców, takich jak np. karambola, figi, awokado. Stwierdzono natomiast znacznie mniejsze zainteresowanie młodzieży spróbowaniem nieznanymi warzyw (np. cykorii, szparagów, patisonów). Duża grupa dzieci zadeklarowała chęć zmiany nawyków żywieniowych (np. zmniejszenie spożycia słodczy oraz produktów z grupy typu fast food) (Materiały konferencyjne III.B-2.1, III.B-2.2, Projekty I-2.5, I-2.6).

Istotnym zagadnieniem badawczym powiązaniem z identyfikacją narzędzi służących edukacji sensorycznej i żywieniowej młodych konsumentów (w wieku 18-30 lat) było opracowanie nowatorskiego podejścia do określenia ich reakcji na zróżnicowane pod względem treści oraz form przekazu interaktywne komunikaty dotyczące zasad zrównoważonego i zdrowego żywienia, z uwzględnieniem komunikatów odnoszących się do percepcji walorów sensorycznych produktów oraz potraw. W tym celu przeprowadzono badania eksperymentalne, które umożliwiały określenie wpływu komunikatów przesyłanych za pomocą autorskiej aplikacji mobilnej „FoodUP” na postawy młodych konsumentów i ich intencję behawioralną. Komunikaty zawierały materiały graficzne, animowane zdjęcia oraz filmy nawiązujące między innymi do aspektów zdrowotnych oraz walorów sensorycznych przygotowywania i konsumpcji różnych produktów oraz potraw. Spersonalizowane ze względu na przynależność do określonego segmentu komunikaty wysyłano uczestnikom co 2-3 dni przez cztery tygodnie, w których rejestrowano częstotliwość i czas poświęcony na zapoznanie się z komunikatem podczas realizacji interwencji. Stwierdzono, że informacje przekazywane za pomocą mobilnych urządzeń mogą efektywnie motywować młodych konsumentów do zmiany zachowań związanych z odżywianiem. Ponadto możliwości personalizacji przekazywanej informacji, zwiększyły efektywność dotarcia do młodych konsumentów z adekwatnymi do ich oczekiwań komunikatami (Publikacja II.A.4, Projekt I-2.3).

3.3. Czynniki sensoryczne i niesensoryczne wpływające na wybór oraz konsumpcję produktów żywnościowych przez konsumentów

Kolejna tematyka badawcza była związana z określeniem czynników sensorycznych i niesensorycznych w procesach decyzyjnych konsumentów oraz stwierdzeniem znaczenia jakości oczekiwanej, z uwzględnieniem wpływu cech wyglądu zewnętrznego, pamięci sensorycznej, generowania oczekiwań odnośnie smaku i smakowitości produktów w kontekście ich akceptacji i konsumpcji, a także kształtowania jakości doświadczonej. Istotną rolę w wymienionych kwestiach odgrywają zmysły człowieka. Biorąc powyższe aspekty pod uwagę realizowałam badania związane z określeniem znaczenia wyżej wymienionych czynników w wyborze oraz akceptacji różnych produktów z zastosowaniem autorskiego podejścia metodycznego.

W jednej z prac realizowano badania pitnych jogurtów truskawkowych (w wersji tradycyjnej i light - „lekkiej”), których celem było określenie: 1) walorów wizualnych oraz doustnych (w kategoriach percepcji cech sensorycznych i niesensorycznych) determinujących odczucia konsumentów oraz stopień akceptacji względem produktów z wykorzystaniem metody Check-All-That-Apply; 2) zależności pomiędzy jakością oczekiwaną i doświadczoną pod względem stopnia lubienia i wywoływanych emocji z zastosowaniem 9-stopniowej skali hedonicznej; 3) charakterystyki sensorycznej produktów za pomocą metody Napping połączonej z ultraszybkim profilowaniem (Ultra Flash Profile); 4) motywów i częstotliwości spożywania jogurtów oraz preferencji konsumentów w zakresie ich wyboru. W badaniach wzięło udział 110 konsumentów w wieku 22-23 lat. Stwierdzono, że jogurty różniły się pod względem wywoływanych wrażeń wizualnych związanych z cechami sensorycznymi i niesensorycznymi. W percepcji wizualnej konsumentów istotną rolę odgrywał kształt opakowania, jego grafika oraz informacje podane przez producenta, które determinowały stopień lubienia oraz rodzaj emocji w stosunku do produktu. Po spróbowaniu jogurty wywoływały różne odczucia odnośnie cech sensorycznych i niesensorycznych. Produkty „lekke” charakteryzowały się niskim stopniem akceptacji oraz były postrzegane jako gorzkie, bardzo słodkie i sztuczne w smaku/smakowitości, a także tanie i „niezdrowe”. Relacje pomiędzy jakością oczekiwaną i doświadczoną w kategoriach stopnia lubienia oraz wywoływanych emocji, przed i po spożyciu produktów, zależały od ich charakterystyki sensorycznej. Generalnie jakość oczekiwana była znacząco wyższa od jakości doświadczonej, niezależnie od wersji jogurtów (tradycyjny versus „lekki”). Wyniki były skorelowane ze smakiem oraz smakowitością badanych produktów. Jednocześnie konsumenci zadeklarowali,

że smak jest podstawowym czynnikiem wpływającym na ich decyzje o zakupie oraz spożyciu jogurtów, następnie ważna była dla nich wartość odżywcza, konsystencja produktu, cena i przyzwyczajenie. Głównym motywem spożywania jogurtów okazały się walory smakowe produktów. Wśród innych aspektów, odnoszących się do wprowadzania jogurtów do codziennej diety, konsumenci wskazali na ich rolę w regulacji pracy przewodu pokarmowego, korzystnym oddziaływaniu na układ kostny oraz zwiększeniu odporności organizmu (Materiały konferencyjne III.B-1.20, III.B-1.21).

W innej pracy przeprowadzono badania wśród osób z dysfunkcją wzroku, których celem było: 1) określenie czynników determinujących wybór produktów żywnościowych przez osoby z różną dysfunkcją wzroku; 2) zidentyfikowanie problemów występujących podczas dokonywania przez nich zakupów, przygotowywania posiłków i ich konsumpcji poza domem; 3) ustalenie, co mogłoby pomóc osobom z dysfunkcją wzroku w realizacji zakupów żywności oraz przygotowywaniu posiłków. Nowością badań było określenie znaczenia cech sensorycznych w wyborze różnych produktów żywnościowych przez osoby z dysfunkcją wzroku. Dane zebrano od 250 osób niewidomych i niedowidzących, zrekrutowanych przy pomocy Polskiego Związku Niewidomych. Wykazano, że większość osób z dysfunkcją wzroku dokonuje zakupów żywności w supermarkecie lub lokalnym sklepie spożywczym. Niektóre osoby zadeklarowały, że preferują formę realizacji zakupów przez Internet. Natomiast kanały sprzedaży, jak np. targ czy bazar były rzadko wymieniane przez uczestników badania jako miejsca robienia zakupów. Najczęściej podawanymi czynnikami przez respondentów, które ułatwiały podejmowanie decyzji dotyczących zakupów żywności, była pomoc sprzedawców, etykietowanie produktów w alfabecie Braille'a, obecność skanerów umożliwiających czytanie etykiet i stałe miejsce produktów na półkach sklepowych. Wyniki pokazały, że osoby z dysfunkcją wzroku, uważały cenę i markę za główne czynniki decydujące o zakupie żywności, podczas gdy aspekty sensoryczne, takie jak smak/smakowość były wymieniane przez nich rzadziej. Respondenci zadeklarowali jednocześnie, że na ogół kupują produkty tej samej marki od wielu lat i nie korzystają z szerokiego asortymentu produktów spożywczych. W tym przypadku może to wynikać z braku możliwości bezpośredniej oceny zewnętrznych cech jakości produktów i uczucia dyskomfortu związanego z proszeniem innych o pomoc. Pozorna lojalność osób z dysfunkcją wzroku wobec marki jest związana z brakiem dostępu do informacji na temat nowych produktów i ich producentów. Prawie wszystkie osoby (niezależnie od stopnia dysfunkcji zmysłu wzroku) wskazały, że są zainteresowane posiadaniem informacji w alfabecie Braille'a na temat nazwy produktów (98,4%), ceny (91,2%) i daty ważności (89,2%). Ponadto 76,0%

respondentów stwierdziło, że informacje odnośnie warunków przechowywania byłyby również wskazane i pomocne w tym względzie. Osoby z dysfunkcją wzroku wskazały, że cechy takie, jak świeżość, smak/smakowitość i konsystencja wpływają na ich decyzje zakupowe, ale znaczenie tych atrybutów było związane z rodzajem produktu. W przypadku mięsa i produktów mięsnych, osoby z dysfunkcją wzroku wskazały, jako główne cechy sensoryczne świeżość, zawartość tłuszczu i zapach. Najczęściej wymienianymi atrybutami warunkującymi wybór owoców i warzyw była ich twardość, następnie świeżość, odczucie słodkości, smak, smakowitość oraz brak wad/uszkodzeń. Biorąc pod uwagę kwestie związane z przygotowaniem posiłków stwierdzono, że w szczególności obieranie, krojenie i smażenie stanowi wyzwanie dla osób z dysfunkcją wzroku. Ponad połowa respondentów zadeklarowała spożywanie posiłków poza domem, głównie z rodziną lub przyjaciółmi. Pomocna obsługa w barze/restauracji i menu w alfabecie Braille'a okazały się kluczowe w pozytywnym odbiorze (doświadczeniu) związanym z konsumpcją posiłków poza domem. Wyniki badań dostarczają cennych informacji związanych z wyborami produktów żywnościowych i ich konsumpcją przez osoby z dysfunkcją wzroku, a także sugerują praktyczne implikacje związane ze zwiększeniem ich niezależności w codziennym funkcjonowaniu oraz poprawy ich jakości życia. Stwierdzono, że sprzedawcy detaliczni i restauratorzy mogą poprawić dostęp do produktów i usług wychodząc naprzeciw oczekiwaniom konsumentów z dysfunkcją wzroku poprzez lepsze zrozumienie ich potrzeb w zakresie realizacji zakupów, doświadczeń kulinarnych oraz obsługi klienta i etykietowania produktów w alfabecie Braille'a (Publikacja II.A.6.).

3.4. Aspekty realizacji badań sensorycznych, instrumentalnych oraz psychofizjologicznych w określaniu jakości wybranych produktów z uwzględnieniem substancji kształtujących smakowitość

Istotnym ważnym zagadnieniem w pracach naukowych jest powiązanie wyników badań sensorycznych oraz instrumentalnych i/lub psychofizjologicznych. Wymienione podejście umożliwia bardziej dogłębną analizę wyników pod kątem między innymi wpływu różnych procesów technologicznych na jakość sensoryczną i akceptację produktów przez konsumentów. Z drugiej strony nurtującym zagadnieniem staje się odpowiedź na pytania dotyczące charakterystyki związków lotnych odpowiadających za typowy zapach oraz smakowitość wielu produktów. Ten aspekt jest szczególnie istotny w procesie aromatyzacji produktów żywnościowych, jak również nieżywnościowych.

W badaniach porównano charakterystykę składu związków lotnych i właściwości sensoryczne preparatów dymu wędzarniczego i ich siedmiu frakcji dymowych (otrzymanych w różnej średniej temperaturze wrzenia na szczycie kolumny rektyfikacyjnej), wytwarzanych z tego samego surowca (drewna jesionowego), ale uzyskiwanych dwiema różnymi metodami. Celem badań było ustalenie, które związki lub ich grupy odpowiadają za charakterystyczny zapach wędzonnkowy. Stwierdzono, że preparaty otrzymane metodą destylacji i preparat odtworzony (mieszanina wszystkich frakcji w odpowiednich proporcjach), wykazywały bardzo zbliżony skład związków lotnych. W przeciwieństwie do nich, preparat uzyskany metodą ekstrakcji-destylacji nie zawierał związków karbonylowych. Wykazano, że preparaty różniły się istotnie właściwościami sensorycznymi zapachu (określonymi metodą profilową). Charakterystyczny zapach wędzonnkowy, karmelowy i bulionowy był wyczuwalny w preparatach otrzymanych metodą destylacji, natomiast profil preparatu uzyskanego metodą ekstrakcji-destylacji był mniej intensywny pod względem zapachu wędzonnkowego oraz wykazywał wyraźne wyższe natężenie negatywnych atrybutów, jak zapach pogorzeliśkowy i lekarski. Wśród analizowanych frakcji tylko jedna - F2 (120°C), cechowała się profilem sensorycznym podobnym do preparatu uzyskanego metodą destylacji. W składzie związków lotnych, frakcja F2 wykazywała najwyższy poziom związków karbonylowych (cykloten, 3-metylocyklopenten), fenolowych (fenol, o-krezol, p-krezol) i guajakolowych (guajakol, 4-metyloguaiakol) oraz śladowe ilości pochodnych syringolu. Prawdopodobnie wymienione związki były odpowiedzialne za charakterystyczny aromat wędzonnkowy (Publikacja II.A.1).

W innych badaniach określono profil sensoryczny i reakcje psychofizjologiczne konsumentów w stosunku do różnych substancji aromatyzujących, w tym wywołujących zapach cytrynowy, cynamonowy, czekoladowy, serowy i kokosowy. Ponadto, zebrano opinie respondentów na temat wymienionych zapachów w celu ustalenia, czy istnieje związek między stopniem ich lubienia a emocjonalną reakcją respondentów. Przeprowadzono trzy etapy badań: 1) ilościowo-jakościową charakterystykę substancji aromatycznych (metoda profilowa); 2) pomiar reakcji psychofizjologicznej konsumentów, w tym wykonano test przewodnictwa skóry (GSR, Galvanic Skin Response), rejestracji napięcia mięśniowego (EMG, elektromiografia) i pomiar pulsu; 3) test pamięci zapachowej i stopnia lubienia zapachów przez konsumentów (badania ankietowe). Zmiany w profilu sensorycznym cech zapachowych zależały od rodzaju substancji aromatycznej i ich stężeń. Większe różnice w intensywności niektórych zapachów ze stężeniem substancji aromatyzującej zaobserwowano dla zapachu cytrynowego, cynamonu, serowego niż w przypadku zapachu czekoladowego i kokosowego. Stwierdzono, że wyniki reakcji psychofizjologicznych były

związane z charakterystyką sensoryczną substancji aromatycznych i zależały od indywidualnych reakcji konsumentów. Zapach serowy wywoływał najwięcej negatywnych emocji, podczas gdy zapach cytrynowy i czekoladowy powodowały zmniejszenie napięcia mięśniowego oraz wywoływały „spokojniejszą” reakcję wśród konsumentów. Wyniki badania wykazały związek między sensorycznym wizerunkiem (profilem) środków aromatyzujących a emocjonalną reakcją konsumentów, stopniem lubienia różnych zapachów i skojarzeniami zapachów (Materiały konferencyjne III.B-1.15).

Biorąc pod uwagę wymieniony obszar tematyczny, określano wpływ procesu suszenia (próżniowego, konwekcyjnego i sublimacyjnego) na właściwości truskawek, w tym ich mikrostrukturę, cechy mechaniczne oraz sensoryczne. Stwierdzono, że zastosowane metody suszenia i ich parametry wpłynęły na zróżnicowanie wewnętrznej struktury truskawek, ich właściwości mechaniczne oraz sensoryczne. Największe odkształcenie struktury odnotowano w przypadku truskawek suszonych konwekcyjnie, które reprezentowały jednocześnie najwyższe wrażenie oblepiania, gumistości, twardości i trudno ulegały fragmentacji. Oceniane truskawki różniły się profilem sensorycznym (wyglądem, teksturą i smakiem/smakowitością). Najwyższą korelację pomiędzy właściwościami sensorycznymi i mechanicznymi stwierdzono w przypadku owoców suszonych próżniowo VD (55°C, 4 kPa). Różnice w intensywności wiodących atrybutów decydowały o ogólnej jakości sensorycznej badanych truskawek i możliwości zastosowania metody suszenia w praktyce. Wyniki zaprezentowanych badań zamieszczono w publikacji (Piotrowski D., Kostyra E., Grzegory P., Janiszewska-Turak E., 2018: Influence of drying methods on structure, mechanical and sensory properties of strawberries fruits, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, praca w trakcie recenzji, 35 pkt. MNiSW) wysłanej do redakcji renomowanego czasopisma. Praca jest w trakcie ewaluacji.

4. Zestawienie wszystkich publikacji

Zestawienie liczbowe opublikowanych prac naukowych z uwzględnieniem liczby punktów z listy MNiSM oraz wskaźnika *Impact Factor* podano w Tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie publikacji naukowych z podaniem oceny punktowej wg listy MNiSW oraz współczynnika *Impact Factor*

Lp.	Publikacja	Liczba publikacji		Liczba punktów z listy MNiSW	IF (rok wydania)	IF (5 letni)	Suma punktów z listy MNiSW
		Przed dokto-ratem	Po dokto-racie				
1	2	3	4	5	6	7	8
A. Publikacje w czasopiśmie naukowych publikacje w czasopiśmie naukowych posiadających współczynnik wpływu <i>Impact Factor</i> (IF), znajdujących się w bazie <i>Journal Citation Reports</i> (JCR)							
1.	Food Research International	0	1	40	3,086	3,856	40
2.	Appetite	0	1	35	3,403	3,843	35
3.	Meat Science	0	1	35	3,126	3,313	35
4.	LWT – Food Science and Technology	0	1	35	2,329	2,929	35
5.	British Medical Journal Public Health (BMC Public Health)	0	1	35	2,265	2,814	35
6.	Food Quality and Preference	0	1	32	3,013	3,098	32
7.	Food Quality and Preference	0	2	24	3,592	4,23	48
8.	Food Quality and Preference	0	1	24	1,365	brak	24
9.	Polish Journal of Food and Nutrition Sciences	0	1	15	0,679	brak	15
10.	Journal of the Science of Food and Agriculture	0	1	24	1,386	1,674	24
Razem		0	11	-	24,244	25,757	323
B. Czasopisma naukowe nieposiadające współczynnika wpływu IF, wymienione w części B wykazu Ministra							
1.	Żywność Człowieka i Metabolizm	1	0	1	0	0	1
2.	Gospodarka Mięsna	1	0	0	0	0	0
3.	Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego	1	0	2	0	0	2
4.	Żywność Nauka Technologia Jakość	1	0	3	0	0	3

1	2	3	4	5	6	7	8
5.	Roczniki Instytutu Przemysłu Mięsnego i Tłuszczowego	2	0	2	0	0	4
6.	Przemysł Spożywczy	1	1	3	0	0	6
7.	Polish Journal of Food and Nutrition Sciences	2	0	4	0	0	8
8.	Zywność Nauka Technologia Jakość	0	1	4	0	0	4
9.	Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego	0	4	4	0	0	16
10.	Polish Journal of Natural Sciences	0	1	2	0	0	2
11.	Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	0	1	3	0	0	3
12.	Handel Wewnętrzny	0	1	6	0	0	6
13.	Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego	0	2	5	0	0	10
14.	Zywność Nauka Technologia Jakość	0	1	13	0	0	13
15.	Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego	0	2	6	0	0	12
Razem		9	14	-	-	-	90
C. Rozdziały w monografiach naukowych							
1.	Prace badawcze opublikowane jako rozdział monografii w języku angielskim	0	1	5	0	0	5
2.	Prace badawcze opublikowane jako rozdział monografii w języku angielskim	0	1	4	0	0	4
3.	Prace badawcze opublikowane jako rozdział monografii w języku polskim	0	3	3	0	0	9
Razem		0	5	-	-	0	18
D. Rozdziały w podręcznikach w języku polskim							
1.	Rozdziały	0	2	3	0	0	0
Razem		0	2	-	-	-	0
E. Recenzowane materiały konferencyjne indeksowane w bazie Web of Science							
1.	Materiały w formie abstraktów w języku angielskim	0	2	0	0	0	0
Razem		0	2	-	-	-	0

1	2	3	4	5	6	7	8
F. Recenzowane materiały konferencyjne nieuwzględnione w bazie Web of Science							
1.	W formie abstraktów w języku angielskim	2	29	0	0	0	0
2.	W formie proceedings w języku angielskim	1	3	0	0	0	0
3.	W formie abstraktów w języku polskim	4	10	0	0	0	0
Razem		7	42	-	-	-	-
PODSUMOWANIE							
Razem wszystkie publikacje		92	-	IF (z roku wydania) 24,244	IF (5-letni) (z roku wydania) 25,757	Suma punktów 431	

Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie **92** prac, w tym **11** stanowią publikacje naukowe opublikowane w czasopismach indeksowanych przez bazę *Journal Citation Report* (JCR) w latach 2006-2017 (liczba punktów **323**). Dorobek składa się z :

- 23 artykułów opublikowanych w czasopismach o zasięgu krajowym nieposiadających współczynnika wpływu IF wymienionych w części B wykazu MNiSW;
- 5 rozdziałów opublikowanych w monografii naukowej, w tym w języku angielskim i polskim,
- 2 rozdziałów znajdujących się w podręcznikach akademickim;
- 49 publikacji ukazanych w formie abstraktów oraz proceedings w materiałach konferencyjnych, w języku angielskim i polskim.

Suma punktów za publikacje wg wykazu czasopism naukowych MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania wynosi **431 pkt.**, w tym podstawę wniosku habilitacyjnego stanowi **126 pkt.** oraz IF równy **10,264**. Po obronie pracy doktorskiej liczba punktów wynosi 392.

Sumaryczny IF wg bazy JCR zgodny z rokiem ukazania się publikacji wynosi **24,244**, natomiast 5-letni IF wg aktualnej bazy JCR stanowi **25,757**.

Liczba cytowań wg bazy ICI Web of Science wynosi **83** (bez autocytowań **81**). Index Hirscha wg bazy ICI Web of Science **5**.

Liczba cytowań według Google Scholar wynosi **240**, natomiast współczynnik Hirscha = **8**.


dr inż. Eliza Kostyra